اصلاح ولف المنظمات والمحركات والآلات الكهربائية

تأليف
محمد عبد الرحمن الداغلي
دبلوم هندسة كهربائية والكترونية من فرنسا

دار قتيبة

الملفات والأثر المغناطيسي للتيار

إن للتيار الكهربائي أثراً حرارياً ومغناطيسياً وكيميائياً.

وفي دراسة المحولات والمنظمات والمحركات نستفيد من الأثر المغناطيسي للتيار الذي هو مبدأ وأساس عمل هذه الأجهزة.

الملف والتيار المستمر:

إذا وصلنا ملف بمصدر تيار مستمر نجد أن هذا الملف ولد مغناطيسية لها قطبان أحدهما شمالي والآخر جنوبي. ويمكن عكس القطبية إذا عكسنا تغذية الملف أو عكسنا اتجاه لفه.

وتتناسب القوة المغناطيسية مع شدة التيار ومع عدد اللفات وشكل الملف وقياسه. ويمكن التأكد من مغناطيسيته الثابتة إذا قربنا من الملف صفيحة رقيقة من الفولاذ فنجدها تنجذب بقوة ودون أي اهتزاز.

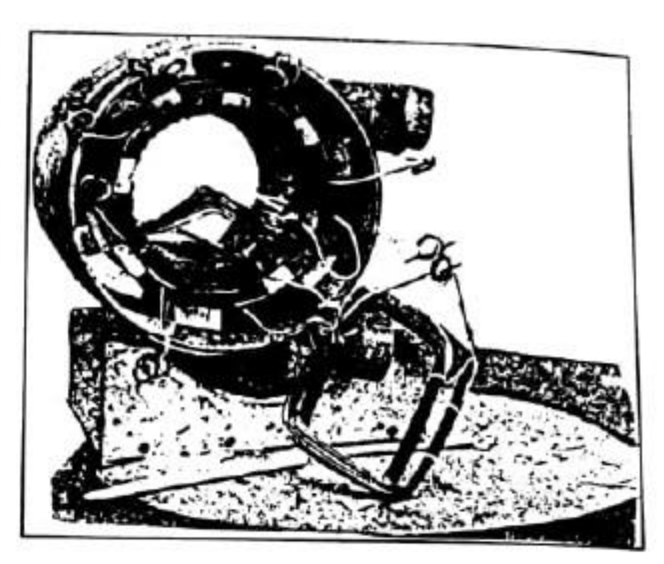
الملف والتيار المتناوب:

إذا أعيدت التجربة السابقة بتغذية الملف بالتيار المتناوب (٥٠هرتز) فإن الصفيحة تهتز بسبب التجاذب والتنافر لأن المغناطيسية الناتجة متغيرة بتواتر يساوي تردد التيار، أي تتغير القطبية من شمالي إلى جنوبي وبالعكس (١٠٠مرة) في الثانية (الشكل).

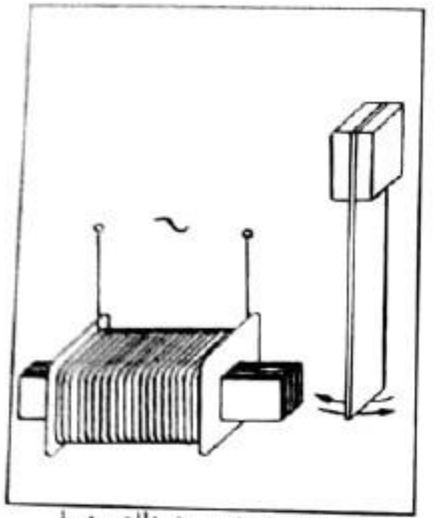
ملفات المحرك:

يتكون المحرك من عدد من الملفات أو المجموعات متصلة مع بعضها على التسلسل أو التفرع وبطريقة مناسبة لتوليد التحريض المغناطيسي الدوار (الشكل). ولكل ملف ضلعان يوضع كل ضلع في مجرى من مجاري المحرك فأحد الضلعين يولد قطباً شمالياً والآخر قطباً جنوبياً.

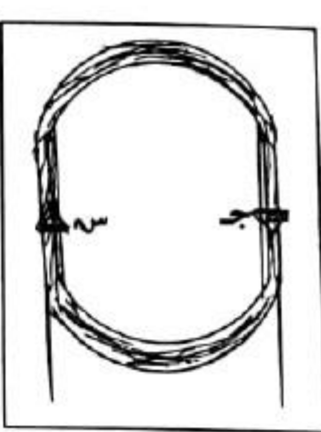
أما المجموعة فقد تتألف من ملفين أو أكثر متداخلة أو متتالية هذه المجموعة لها بداية واحدة ونهاية واحدة للتغذية وتشكل فقط قطبين أحد طرفيها شمالي والآخر جنوبي مع مراعاة اتجاه اللف في كل الملفات وعدم إرتكاب خطأ عند تنزيل هذه الملفات في المجاري.



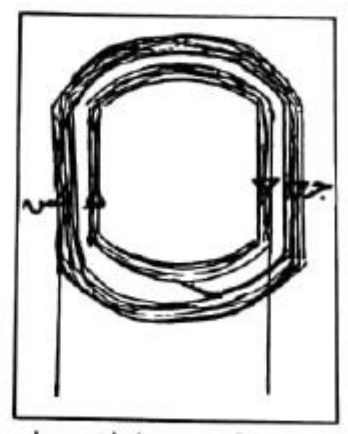
ملفات المحرك أثناء التنزيل في المحاري
وقبل التوصيل



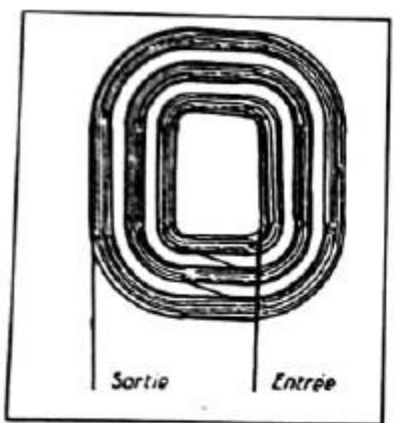
مرور تيار متناوب في الملف يجعل
الصفيحة الحديدية تهتز وتتغير القطبية بما
يتناسب مع تردد التيار



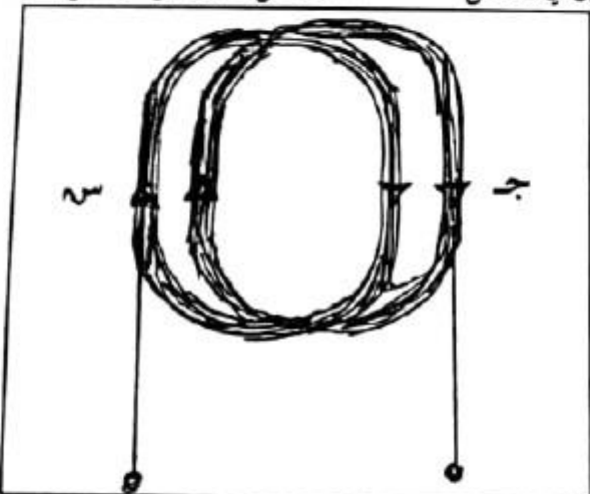
ملف يوضع في مجريين
يشكل أحدهما قطب شمالي
والآخر قطب جنوبي



مجموعة ملف متداخل ثنائي يحتل
٤ مجاري ويشكل قطبين فقط.
لاحظ اتصال الملفين في الاسفل



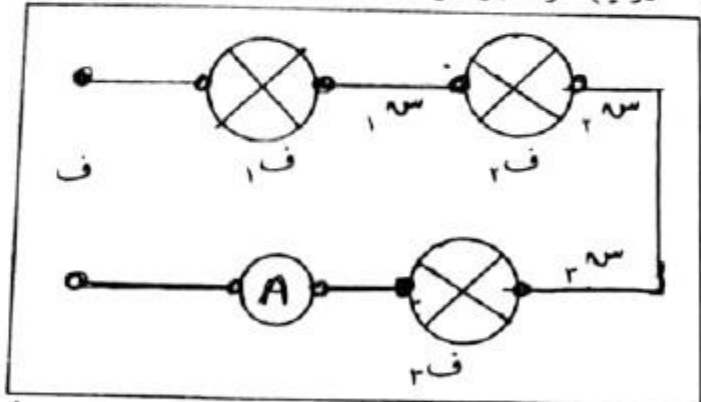
مجموعة ملف متداخل ثلاثي يحتل ٦
مجاري ويشكل قطبين فقط . لاحظ
اتصال كل ملفين من الأسفل



←
مجموعة ملف متتالي ثنائي
الملفين متساويين ومتصلين

الوصل على التسلسل (على التوالي)

ويدعى التوصيل على (السيري)، وتظهر مواصفات الوصل التسلسلي إذا قمنابتوصيل عدة مصابيح كما في الشكل فنجد أن توهجها ضعيف ونقيس التوتر على طرفي كل مصباح وشدة التيار في عدة نقاط فنلاحظ ما يلي:



١ - توتر المنبع = مجموع التوتر على الآخذات. وإذا كانت الآخذات متماثلة تماماً فنجد أن توتر المنبع = التوتر على طرفي الآخذة × عدد الآخذات

$$ف = ف_{١} + ف_{٢} + ف_{٣}$$

٢ - شدة التيار متساوية في جميع نقاط الدارة

$$س = س_{١} = س_{٢} = س_{٣}$$

٣ - إذا حدث انقطاع في أي نقطة ينقطع التيار عن كل الآخذات.

٤ - لا يمكن التحكم بكل آخذة لوحدها بل تعمل جميع الآخذات معاً وتتوقف معاً.

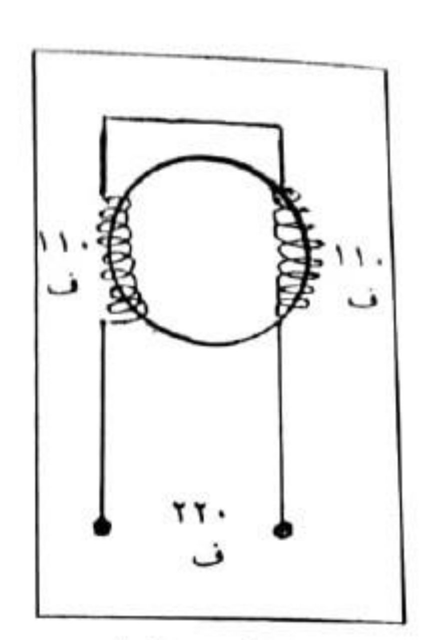
٥ - المقاومة الكلية للدارة = مجموع المقاومات للآخذات التسلسلية

$$م = م_{١} + م_{٢} + م_{٣}$$

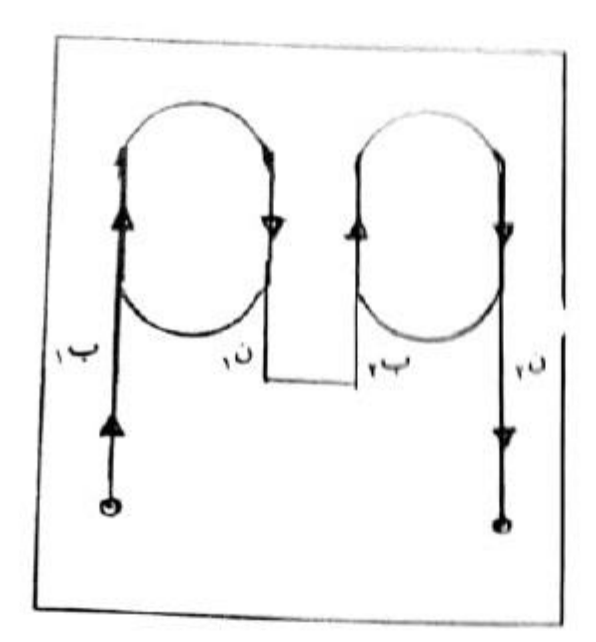
يستخدم هذا الوصل لتقسيم توتر المنبع على مجموع الآخذات، فمصابيح الزينة الصغيرة يصل إلى كل مصباح توتر المنبع ٢٢٠ف مقسماً على عدد المصابيح.

وصل ملفات المحرك على التسلسل:

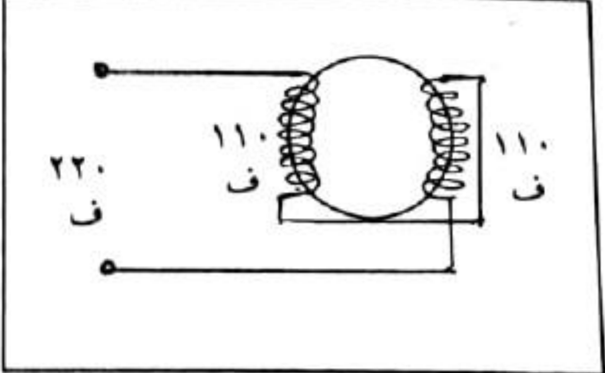
١ ـ وصل ملفين على التسلسل: فيشكلان ٤ قطب أو ٢ قطب حسب طريقة التوصيل.



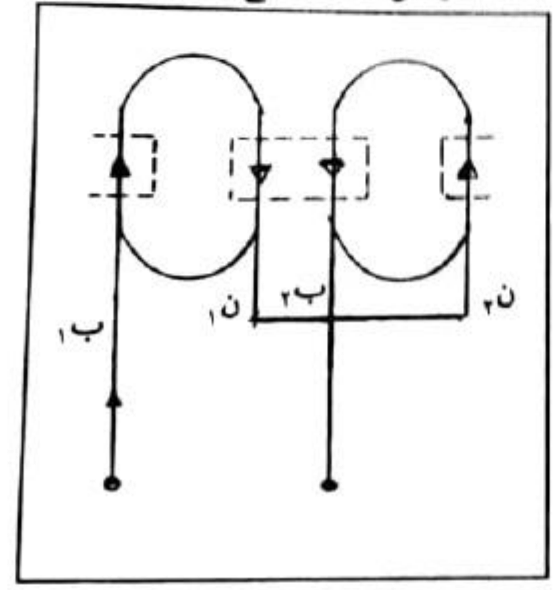
الوصل الدائري العملي
للفين على التسلسل
٤ قطب ١٥٠٠ د/د



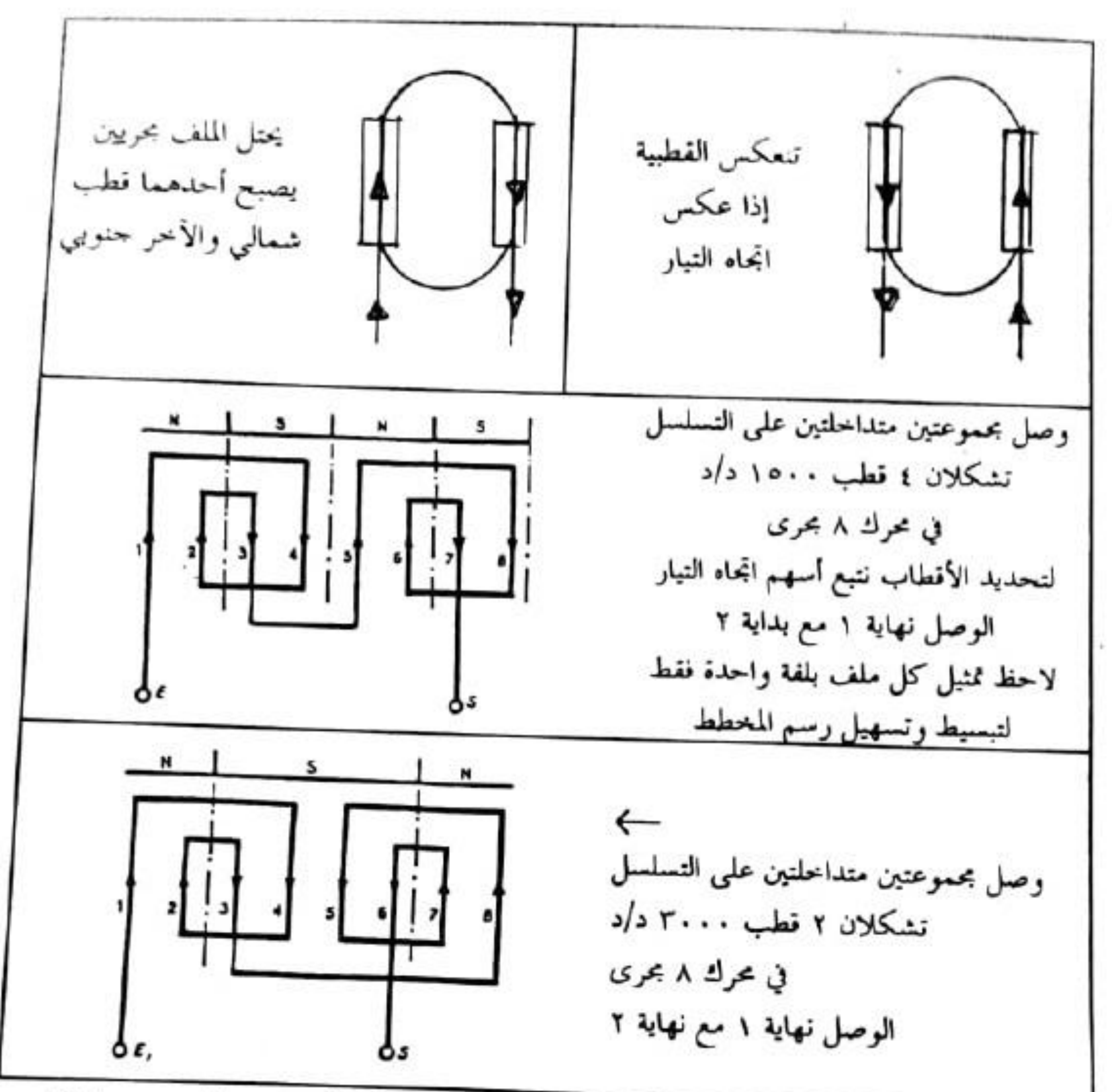
ملفين على التسلسل
يشكلان ٤ قطب ١٥٠٠ د/د
الوصل نهاية ١ مع بداية ٢



الوصل الدائري العملي للفين على التسلسل
يشكلان ٢ قطب ٣٠٠٠ د/د
(مثال محرك أحادي مضخة ماء
أو محرك جلخ ٢ قطب)

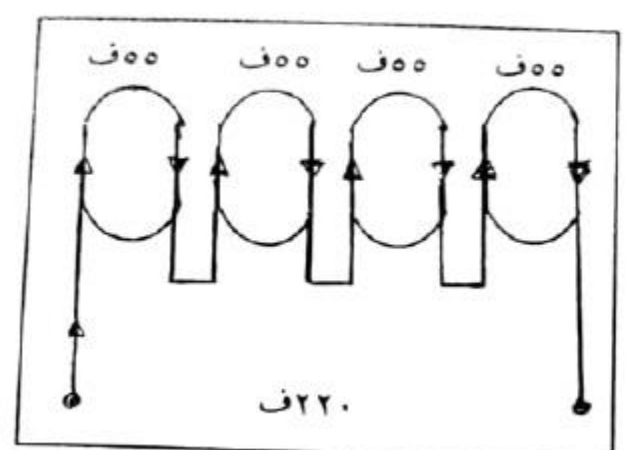


ملفين على التسلسل يشكلان ٢ قطب
٣٠٠٠د/د
الوصل نهاية ١ مع بداية ٢

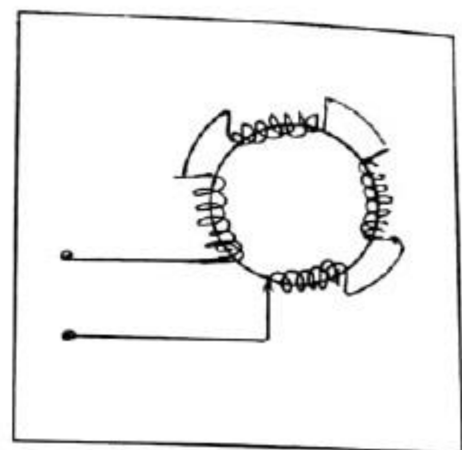


٢ ـ وصل أربع ملفات على التسلسل: توزع هذه الملفات على محيط ثابت المحرك أي بين كل ملف وآخر ٩٠° فتشكل ٨ قطب أو ٤ قطب وذلك حسب طريقة الوصل.

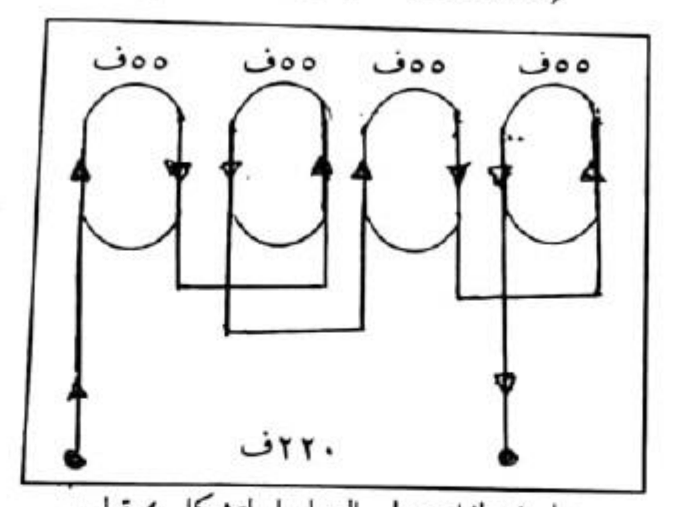
وبشكل عام فإن عدد الأقطاب يساوي عدد الملفات أو ضعف عدد الملفات الموصولة مع بعضها، وكلما زاد عدد الأقطاب تنقص سرعة المحرك وسندرس ذلك في بحث المحركات.



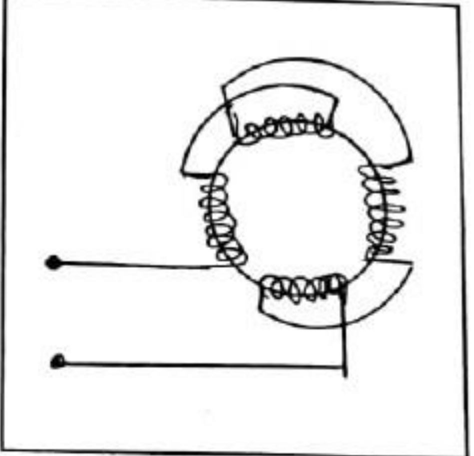
وصل ٤ ملفات على التسلسل ليتشكل ٨ قطب ٧٥٠د/د التوصيل نهاية١ مع بداية٢ ونهاية٢ مع بداية٣ وهكذا (عدد الأقطاب = ضعف عدد الملفات)



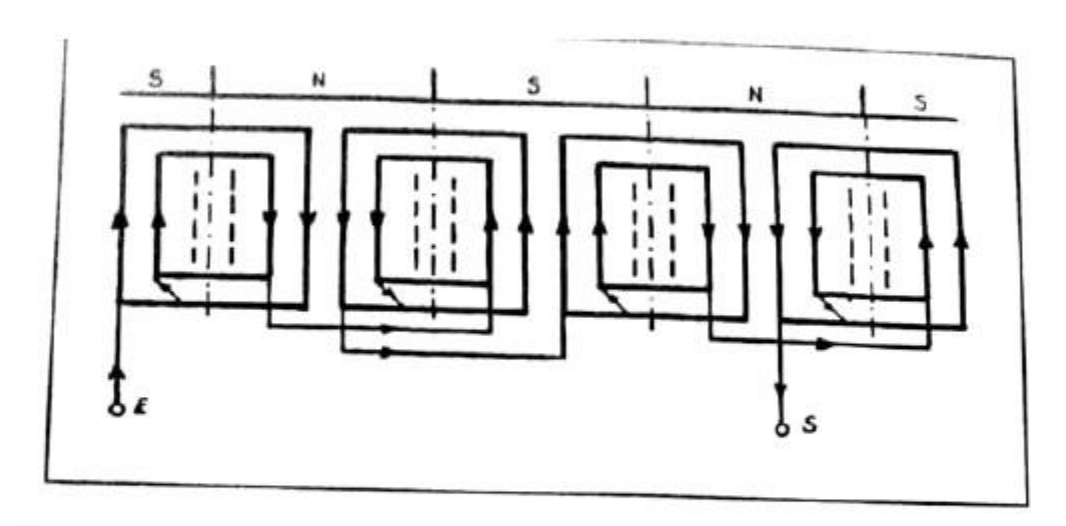
الوصل الدائري العملي لمحرك فيه
٤ ملفات على التسلسل
يشكل ٨ قطب ٧٥٠د/د



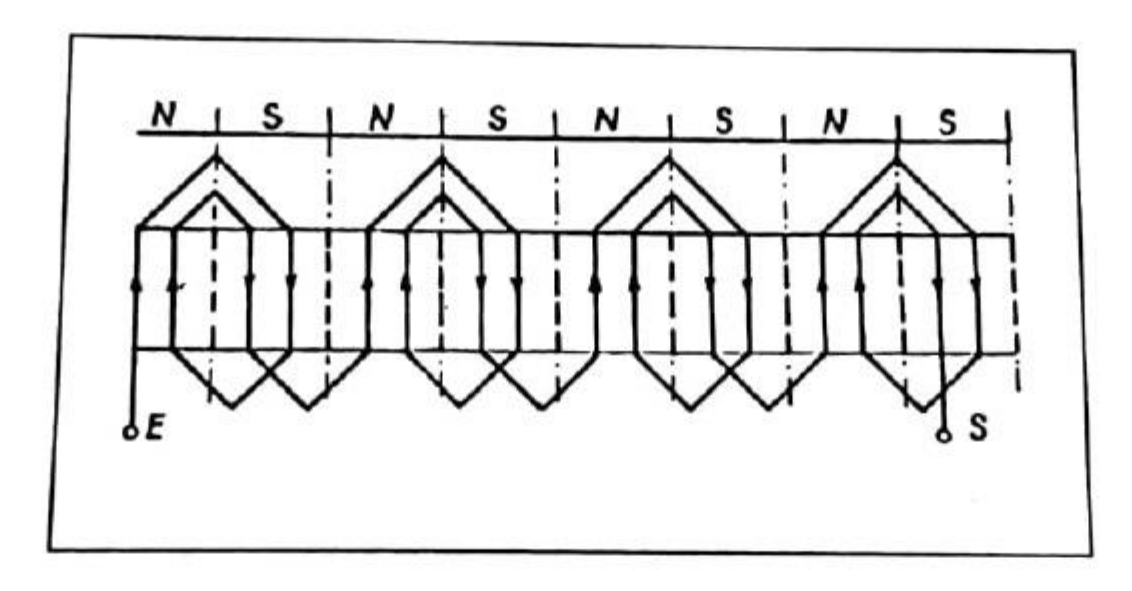
وصل ٤ ملفات على التسلسل لتشكل ٤ قطب
١٥٠٠ د/د
التوصيل نهاية١ مع نهاية٢ وبداية ٢ مع بداية٣
وهكذا



الوصل الدائري العملي لمحرك فيه
٤ ملفات على التسلسل
يشكل ٤ قطب ١٥٠٠د/د
(محرك غسالة عادية)



توصيل ٤ بجموعات متداخلة في محرك أحادي ٢٤ مجرى لتشكل ٤ قطب ١٥٠٠ د/د
توصيل تسلسلي (كل ٤ أضلاع تشكل قطب) (يدعى توصيل تعاكسي)
المجاري الفارغة لملفات الإقلاع



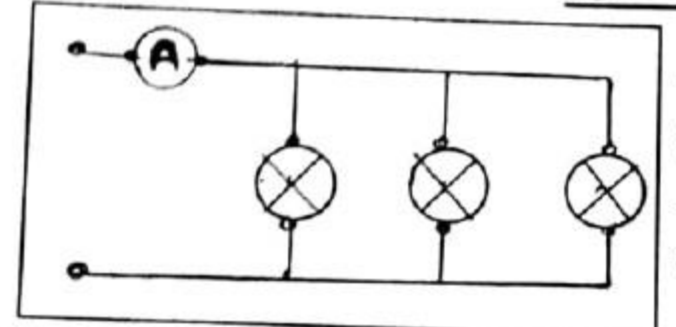
نموذج آخر لرسم ٤ بجموعات متداخلة في محرك أحادي ٢٤ مجرى على التسلسل لتشكل ٨
قطب ٧٥٠ د/د (كل ضلعين يشكلان قطب)
(يدعى توصيل تعاقبي) المجاري الفارغة لملفات الإقلاع

الوصل على التفرع (التوازي)

إذا وصلنا عدة مصابيح كما في الشكل بحيث يغذي خط رئيسي أطراف البدايات وخط آخر أطراف النهايات. نلاحظ أن المصابيح تضيء بشكل طبيعي وجيد، ويمكن فصل أو وصل أي آخذة دون أن تتأثر باقي الآخذات.

ونستنتج ونلاحظ ما يلي:

مواصفات الوصل على التفرع:



ثلاثة مصابيح على التفرع التوتر متساو في كل المصابيح

١ ـ توتر المنبع يساوي التوتر الواصل لكل آخذة (ويمكن إهمال التوتر الضائع في النواقل).

أي ف = ف١ = ف٢ = ف٣

٢ ـ شدة التيار الكلية تساوي بمجموع الشدات الفرعية.

أي ش = ش١ + ش٢ + ش٣

٣ ـ إذا تعطلت أو فصلت أي آخذة لا تتأثر باقي الآخذات.

٤ ـ يمكن التحكم بكل آخذة على حدة بواسطة قاطع على خط تغذيتها الفرعي. ويمكن وضع قاطع رئيسي يقطع كل الدارة كما في القاطع أو الديجنتور الرئيسي للمنزل.

٥ ـ المقاومة الكلية للدارة تساوي بمجموع مقلوب المقاومة الفرعية وهي أصغر من أصغر مقاومة.

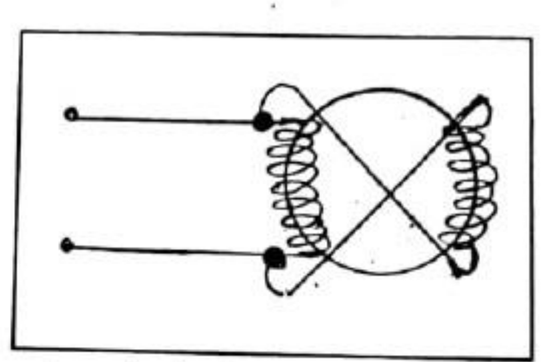
$$\text{أي}\quad \frac{1}{م} = \frac{1}{م_1} + \frac{1}{م_2} + \frac{1}{م_3} \ldots$$

٢

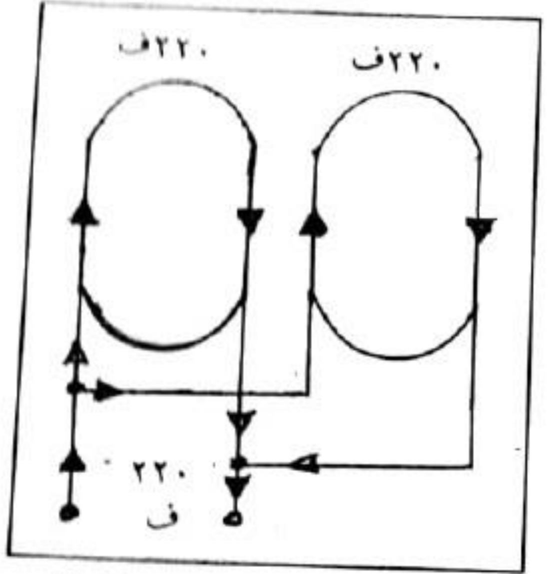
يستخدم الوصل التفرعي في التمديدات المنزلية والصناعية وفي توصيل ملفات المحرك المتوسط والكبير الاستطاعة، وذلك لتوزيع شدة التيار الكلية على فروع الدارة وبذلك يصغر مقطع الاسلاك الفرعية للملفات.

وصل ملفات المحرك على التفرع:

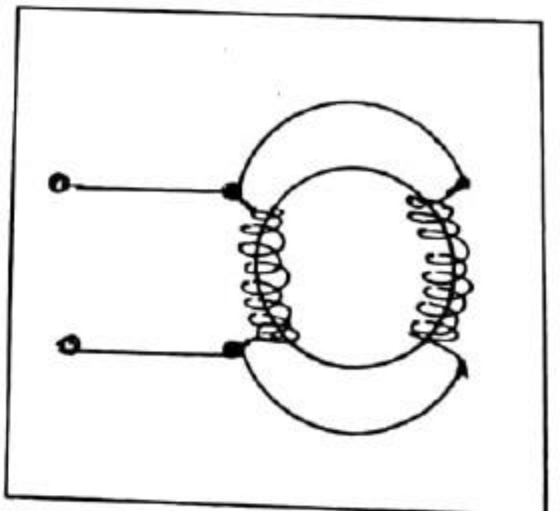
١ ـ وصل ملفين على التفرع : يشكلان ٤ قطب أو ٢ قطب حسب التوصيل.



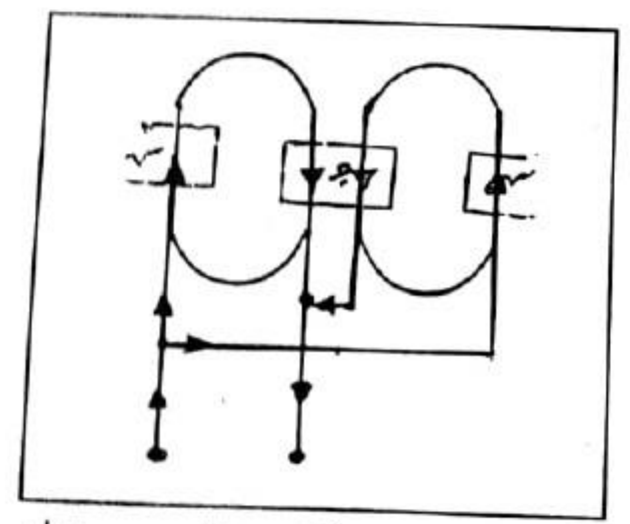
المخطط العملي الدائري لوصل ملفين على التفرع يشكلان ٤ قطب ١٥٠٠ د/د



الوصل ب١ مع ب٢ ون١ مع ن٢ ملفين على التفرع يشكلان ٤ قطب ١٥٠٠ د/د



الوصل العملي الدائري للملفين على التفرع ٢قطب ٣٠٠٠ د/د

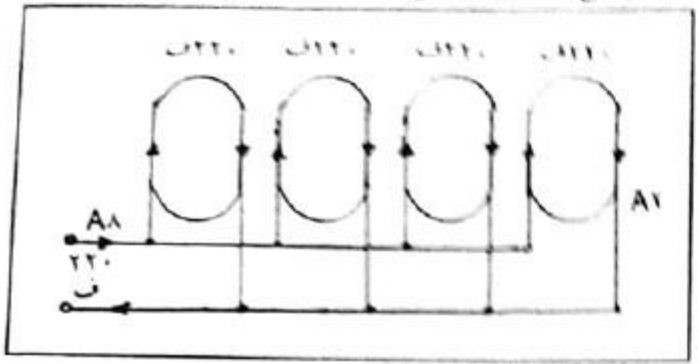


ملفين على التفرع يشكلان ٢قطب ٣٠٠٠د/د الوصل ب١ مع ن٢ و ن١ مع ب٢

٢ ـ وصل ٤ ملفات على التفرع:

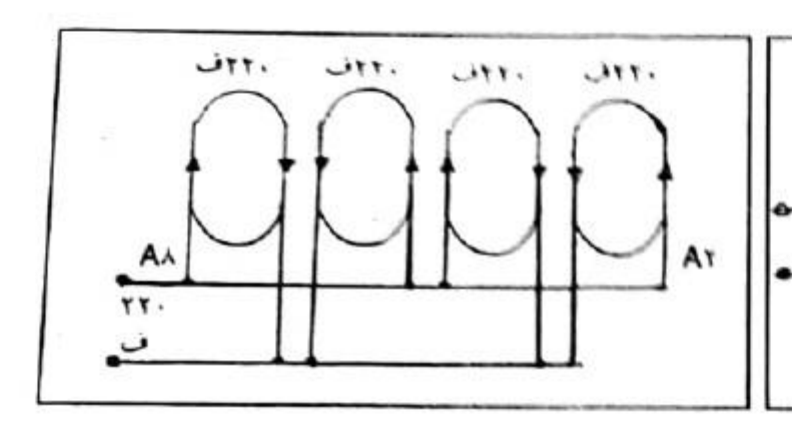
وهذا الوصل نادر من الناحية العملية، ويمكن بوصل ٤ ملفات لتشكيل ٤ أقطاب أو ٨ أقطاب.

ولتبسيط طريقة التوصيل نضع أسهم اتجاه التيار على أضلاع الملفات بحيث يكون لكل ضلع اتجاه لتشكيل ٨ قطب و كل ضلعين بنفس الاتجاه لتشكيل ٤ قطب.



المخطط العملي الدائري
لوصل ٤ملفات على التفرع
تشكل ٨ قطب ٧٥٠ د/د

٤ ملفات على التفرع تشكل ٨ قطب ٧٥٠ د/د



المخطط العملي الدائري
لوصل ٤ملفات على التفرع
تشكل ٤ قطب ١٥٠٠ د/د

٤ ملفات على التفرع تشكل ٤ قطب ١٥٠٠ د/د

ـ نلاحظ في الوصل التسلسلي أو التفرعي أن عدد أقطاب المحرك يساوي عدد المجموعات أو ضعف عدد المجموعات وذلك حسب طريقة التوصيل.

ـ إن مجموعات أو ملفات المحرك غالباً ما تكون متماثلة فإن التوتر وشدة التيار في كل منها متساوٍ مع غيره في نفس الدارة ـ وملفات التشغيل تختلف عن ملفات الإقلاع في قطر السلك وعدد اللفات.

طريقة وصل ملفات محرك على توترين ١١٠/٢٢٠ فولت

أنظمة التوتر العالمي:

يوجد نظامين عالميين للتوتر الواصل إلى مستخدمي القدرة الكهربائية وهما:

النظام الأول:

التوتر ٢٢٠/٣٨٠ف، أي التوتر بين خط الفاز والحيادي (النتر) (٢٢٠ فولت) وهو الواصل إلى الإنارة والاستخدام المنزلي والمحلات التجارية والمهنية الصغيرة و(٣٨٠ فولت) وهو التوتر بين كل فازين وهو الواصل إلى الاستخدام الصناعي والتجاري أو الاستهلاك الأكبر استطاعة. وهذا النظام متبع في كثير من الدول ومنها سوريا.

النظام الثاني:

التوتر ١٢٧/٢٢٠ ف أي التوتر بين خط الفاز والحيادي النتر (١٢٧ فولت) وهو الواصل إلى الإنارة والإستخدام المنزلي والمحلات التجارية والمهنية الصغيرة و (٢٢٠ فولت) وهو التوتر بين كل فازين وهو الواصل إلى الإستخدام الصناعي والتجاري ذو الإستهلاك الأكبر استطاعة وهو النظام الموجود في الدول الغنية المتقدمة مثل دول أمريكا وأوروبا واليابان وبعض الدول العربية...

وكان مستخدماً في سوريا قديماً ثم حول إلى النظام الأول الأقل كلفة والذي يتطلب مقاطع للأسلاك والكابلات أصغر رغم أن خطره أكبر لأن توتره أكبر.

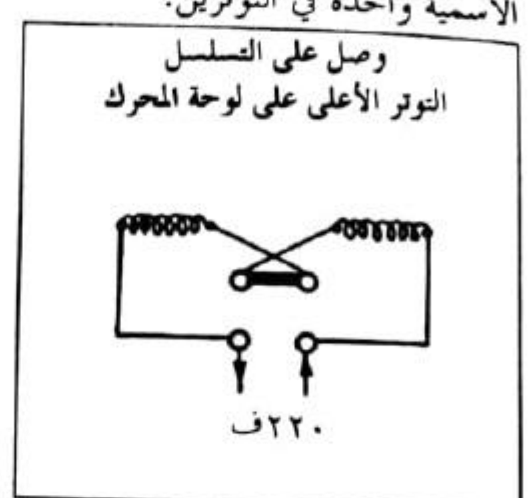
وصل المحركات الأحادية ذات التوترين ١١٠/٢٢٠ فولت:

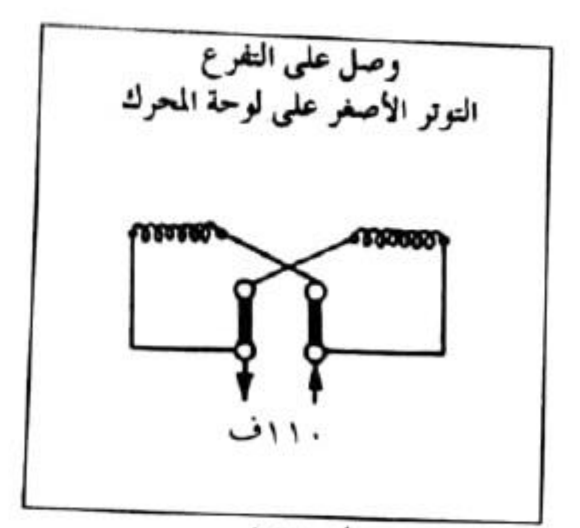
تعمل مصانع إنتاج المحركات والأجهزة الكهربائية الأخرى على توفير إمكانية تشغيل المحرك أو الجهاز على أي من النظامين وبطريقة سهلة ما أمكن.

ويعتمد تغيير توتر التشغيل على طريقة توصيل ملفات المحرك على التسلسل أو التفرع فإذا كان المحرك ذو مجموعتين فتوصل على التسلسل ليعمل المحرك (٢٢٠ فولت) وتوصل مع بعضها على التفرع ليعمل على توتر (١١٠ فولت).

وإذا كان المحرك (كما في محرك الغسالة العادية) له أربع مجموعات فتوصل على التسلسل ليعمل على توتر (٢٢٠ فولت) وتوصل بشكل كل مجموعتين تسلسليتين على التفرع مع بعضهما ليعمل على توتر (١١٠ فولت).

ونلاحظ أن التوتر الأصغر يستجر شدة تيار مضاعفة لتبقى الإستطاعة الاسمية واحدة في التوترين.

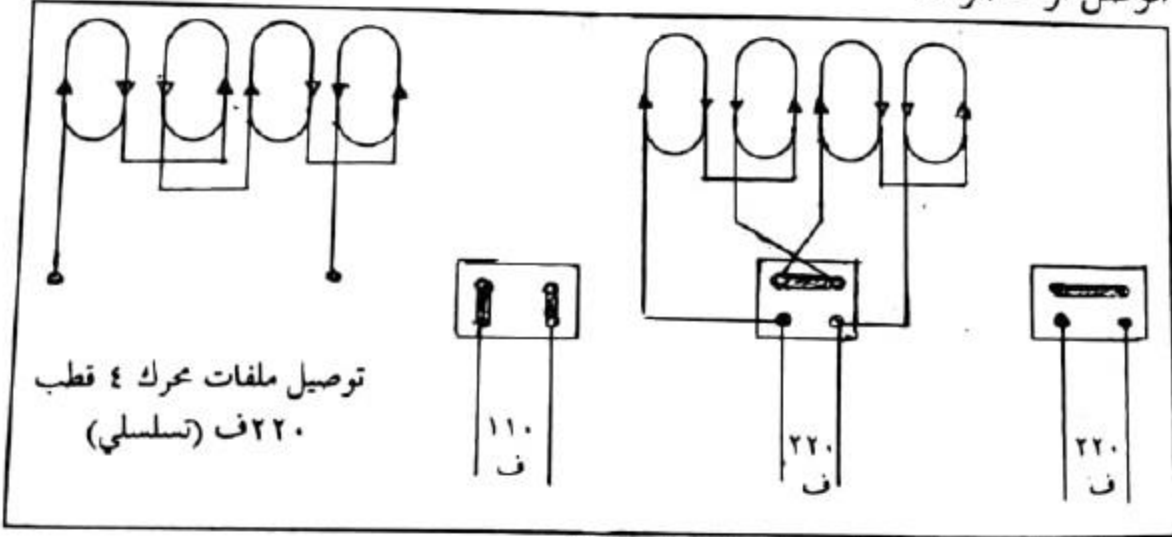




وصل محرك أحادي ذو مجموعتين على توترين ١١٠/٢٢٠ ف

الطريقة الأولى:

يسجل على لوحة المحرك توتري الاستخدام وشدة التيار في كل توتر مع طريقة التوصيل لكل توتر وهي مطبوعة على لوحة المحرك أو تلصق على علبة الوصل أو غطاؤها.



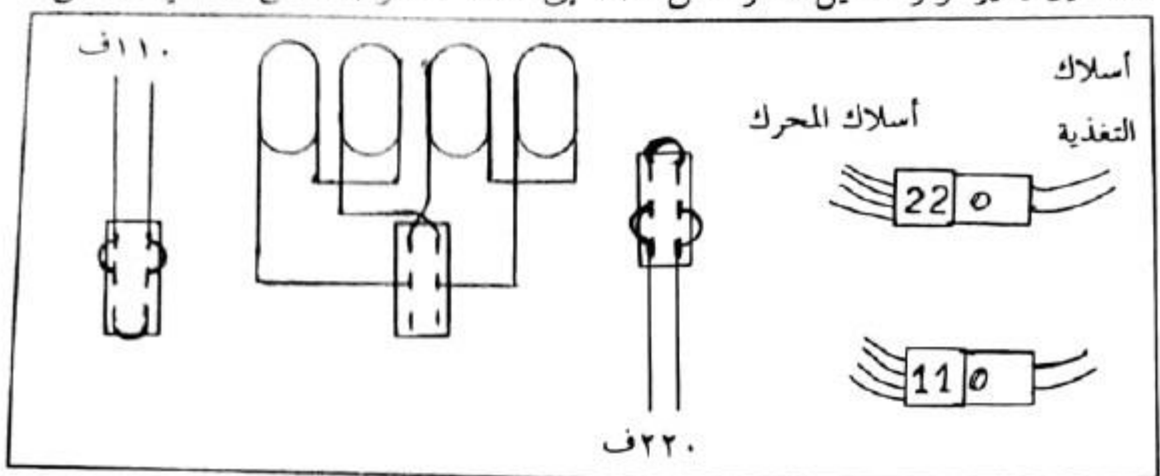
توصيل ملفات المحرك ٤ قطب مع اللوحة ليمكن التغذية

٢٢٠ف على اليمين (تسلسلي)

١١٠ ف على اليسار (كل مجموعتين تسلسليتين على التفرع)

الطريقة الثانية:

تغيير توتر المحرك بواسطة علبة وصل مؤلفة من قطبين إذا عكسنا وصل القطعتين يتغير توتر تشغيل المحرك من ٢٢٠ إلى ١١٠ ف أو بالعكس كما في الشكل.

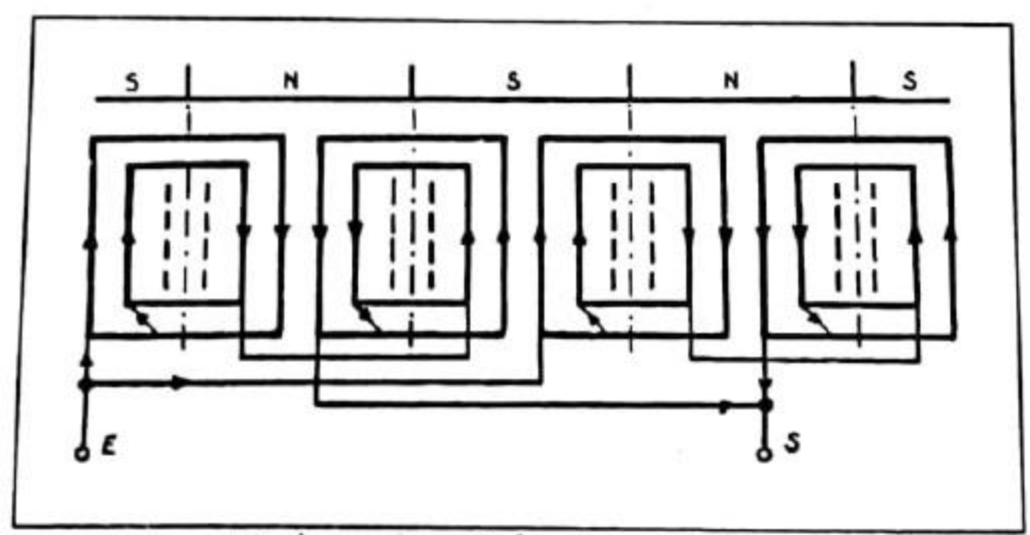


غطاء علبة الوصل عند توصيل ١١٠ف

غطاء العلبة عند التوصيل ٢٢٠ ف

طريقة توصيل ١١٠/٢٢٠:

تبديل مواضيع أسلاك لوحة الوصل حسب ألوان الأسلاك أو أرقامها حسب تعليمات الشركة.



نموذج توصيل بمجموعات محرك ٤ أقطاب ١٥٠٠ د/د كل بمجموعتين تسلسليتين على التفرع كل مجموعة مؤلفة من ملفين متداخلين (ملفات تشغيل) عدد مجاري المحرك الأحادي الموضح ٢٤ مجرى

حساب شدة التيار التي تتحملها النواقل:

إن شدة التيار التي يتحملها الناقل دون أن ترتفع حرارته إلى درجة خطرة تضر بعازله أو بالمواد القريبة منه تتناسب مع العوامل التالية:

١ ـ معدن الناقل ـ نحاس ـ ألمنيوم ـ رصاص ـ حديد... وكلما كان المعدن ذو مقاومة نوعية أصغر كانت ناقليته أفضل.

٢ ـ مساحة مقطع الناقل وتحسب بالمم٢ وتسجل على غلاف بكرة أسلاك التمديدات أما أسلاك اللف فيسجل على بكرتها القطر الصافي بالملم وتحسب بقانون حساب مساحة الدائرة كما يلي:

مساحة المقطع = ٣,١٤ × نصف القطر × نصف القطر
مم٢ = ٣,١٤ × مم × مم

أو

$ع = \pi ر^2$

وإذا كان مؤلفاً من عدة نواقل (كابل) فيحسب كما يلي:

مساحة المقطع للكابل = مقطع أحد النواقل الفرعية × عدد النواقل
(مم٢) = (مم٢)

٣ ـ مكان تمديد الناقل (أرضي ـ هوائي) (ظاهر ـ مخفي) حيث يتأثر بدرجة حرارة المحيط ودرجة التهوية فكلما كانت درجة حرارة المحيط منخفضة والتهوية جيدة يزداد تحمل الناقل لشدة التيار. فالناقل في الشبكة الهوائية المعرى الممدد على الأعمدة يتحمل شدة تيار أكبر من الناقل في التمديدات الداخلية أو داخل التيب الكهربائي مع نواقل أخرى كما سنجد في الجدول التالي.

٤ ـ عدد النواقل المارة في أنبوب (تيب) واحد فكلما كانت متعددة أكثر في نفس الأنبوب تقل شدة التيار التي تتحملها.

جدول شدة التيار المسموح بها في النواقل النحاسية المعزولة بالكوتشوك أو البلاستيك أو العارية في مكان متوسط درجة الحرارة

قطر السلك مم	عدد الأسلاك	المقطع مم^2	شدة التيار التي يتحملها ومكان التمديد		
			تمديد هوائي	تمديد داخلي ظاهر	تمديد داخلي داخل تيب عدة نواقل
١,٣٨	١	١,٥	٢٥,٥	٢٣	١٦
١,٧٨	١	٢,٥	٣٥	٣١	٢٢
٢,٢٥	١	٤	٤٦	٤١	٢٩
٢,٧٦	١	٦	٥٩	٥٣	٣٧
١,٣٥	٧	١٠	٨٠	٧٢	٥٠
١,٧	٧	١٦	١٠٦	٩٥	٦٦
٢,١٤	٧	٢٥	١٣٨	١٢٤	٨٦
١,٥٣	١٩	٣٥	١٦٩	١٥٢	١٠٦
١,٨	١٩	٥٠	٢٠٠	١٨١	١٢٦

ملاحظة: في المسافات البعيدة يستخدم أسلاك مقطعها كبير نسبياً وذلك لتقليل هبوط التوتر في هذه الأسلاك.

كثافة التيار في ناقل:

هي شدة التيار التي تمر في كل (١ مم^2) من مقطع الناقل وتقاس بالأمبير/مم^2 والكثافة المسموح بها هي ما يتحمله كل (١ مم^2) من مقطع الناقل، وتتناسب الكثافة مع نوع المعدن ومكان التمديد ودرجة الحرارة والتهوية..

كما تقل كثافة التيار التي يتحملها الناقل كلما زاد مقطع الناقل كما في الجدول:

جدول الكثافة المسموح بها في النواقل النحاسية للتشغيل الدائم

الكثافة A/مم^2	مقطع الناقل بالمم^2
٥ A/مم^2	حتى ٥ مم^2
٤ A/مم^2	من ٦ إلى ١٥ مم^2
٣ A/مم^2	من ١٦ إلى ٥٠ مم^2
٢ A/مم^2	من ٥١ إلى ١٠٠ مم^2
١,٥ A/مم^2	من ١٠١ إلى ١٠٠ مم^2
١ A/مم^2	أكبر من ٢٠٠ مم^2

شدة التيار التي يتحملها الناقل = الكثافة المسموح بها في هذا الناقل × المقطع

(أمبير) = أمبير / مم^2 × مم^2

أي

س = ك × ع
أمبير = أمبير/ مم^2 × مم^2

ومنه ك = $\frac{س}{ع}$

ع = $\frac{س}{ك}$

مثال: ناقل بشكل كابل ٧ أسلاك قطر كل سلك ١,٣٥ مم ما هي شدة التيار التي يتحملها هذا الكابل إذا كانت كثافة التيار المسموح بها في هذا الناقل ٥ A/مم^2 ؟

١ ـ نصف قطر السلك ١,٣٥ ÷ ٢ = ٠,٦٧٥ مم

٢ ـ مساحة مقطع السلك الواحد ع = π ر^2

= ٣,١٤ × ٠,٦٧٥ × ٠,٦٧٥ = ١,٤٣ مم^2

٣ ـ مساحة مقطع الكابل ١,٤٣ × ٧ = ١٠ مم^2

٤ ـ شدة التيار التي يتحملها س = ك × ع

= ٥ × ١٠ = ٥٠ أمبير

ومنه إذا استبدلنا ناقل من النحاس بناقل ألمنيوم فيجب أن يكون سلك الألمنيوم ذو مقطع أكبر لأن كثافة التيار التي يتحملها الألمنيوم أقل من النحاس.

درجة الحرارة العظمى التي يجب عدم تجاوزها في نواقل التيار:

أسلاك عادية	٨٠ مْ
أسلاك معزولة بالكوتشوك	٦٠ مْ
أسلاك معزولة بالبلاستيك	٧٠ مْ
أسلاك معزولة بالورق المزيت	٦٥ مْ

مبدأ توليد التيار الكهربائي التحريضي

رغم تعدد مصادر توليد التيار الكهربائي فإن النسبة العظمى للقدرة الكهربائية في العالم تتولد في محطات التوليد التي تدير المولدات أو المنوبات غالباً. ويعتمد مبدأ توليد التيار الكهربائي التحريضي على وجود عناصر ثلاثة هي:

١ ـ مغناطيس أو تحريض مغناطيسي.

٢ ـ ملف أو ناقل.

٣ ـ حركة الملف أو الناقل في مجال التحريض أو بالعكس.

وهذا هو قانون (لينز).

تجربة توليد التيار الأحادي:

إذا ثبتنا ملف مكون من عدد من اللفات ودورنا أمامه مغناطيس دائم بعد ثقبه من منتصفه. ونصل مقياس ميلي فولت أو ميلي أمبير ذو صفر مركزي مع الملف نجد أن دوران المغناطيس يولد تياراً كهربائياً تحريضياً يجعل المؤشر يتحرك بالاتجاه الموجب ثم الصفر ثم الاتجاه السالب ويكون التيار المتولد أعظمياً عندما يتقابل الملف مع أحد القطبين الشمالي أو الجنوبي.

ودوران المغناطيس بزاوية ∴ ـ ٩٠ ـ ١٨٠ ـ ٢٧٠ ـ ٣٦٠° وملاحظة تغير التيار المتولد واتجاهه يمكن رسم منحني تغير التيار المتولد ويظهر بشكل المنحني الجيبي ~ كما في الشكل. ومنه رمز التيار المتناوب ~ .

وكل دورة تولد نوبة واحدة ووحدة قياسها ذبذبة أو سيكل أو هرتز.

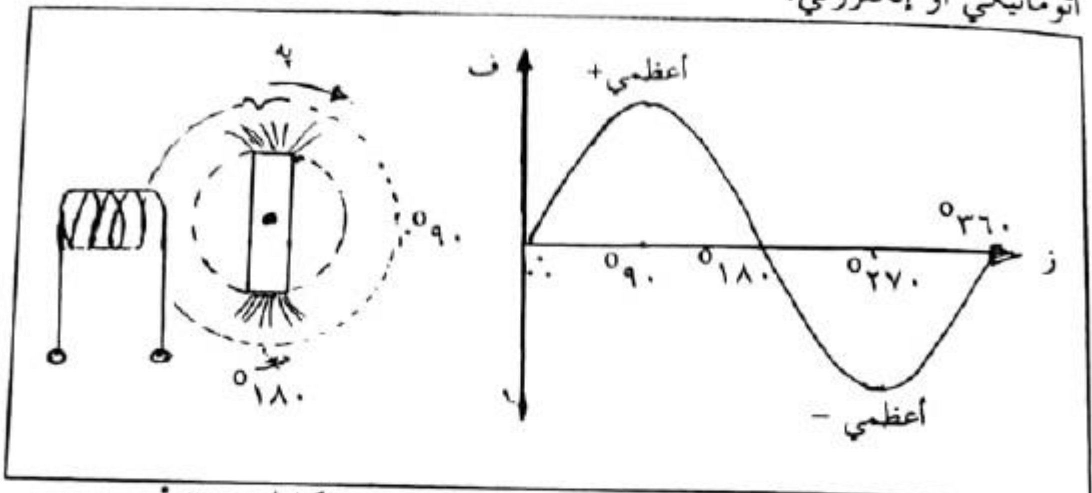
ودوران المغناطيس (٥٠ دورة) في الثانية يجعل تردد التيار المتناوب المتولد (٥٠ هرتز).

إن زيادة سرعة الدوران تزيد في تردد التيار (الهرتز) وكذلك في التوتر المتولد ولذلك يجب تثبيت سرعة الدوران في المنوبة في كل الظروف.

المنوبة الأحادية:

وفي المنوبات لايمكن الاعتماد على المغناطيس الدائم نظراً لضعف مغناطيسيته لذلك يستبدل بمغناطيس كهربائي يدعى المحرض يغذى بالتيار المستمر من

خارج المنوبة أو يصله بعض التيار المتولد بعد تقويمه بدارة تقويم تحوله لتيار مستمر وينظم تيار تغذية المحرض ليتحكم بالتوتر المتولد عن طريق مقاومات بشكل أتوماتيكي أو إلكتروني.



منحني تغيير التيار المتولد عند دوران المغناطيس دورة كاملة ٣٦٠ م°
قرب الملف يكون التوتر أعظمياً عندما يقابل قطب المغناطيس الملف

ويمكن زيادة عدد أقطاب المحرض بشكل زوجي ٢ ـ ٤ ـ ٦ ـ ٨... قطب مما يجعل الدورة الواحدة تولد عدة ذبذبات كما يلي:

عدد الأقطاب ٢	التردد المطلوب ٥٠ هرتز	عدد الدوران ٣٠٠٠د/د
عدد الأقطاب ٤	التردد المطلوب ٥٠ هرتز	عدد الدوران ١٥٠٠د/د
عدد الأقطاب ٦	التردد المطلوب ٥٠ هرتز	عدد الدوران ١٠٠٠د/د

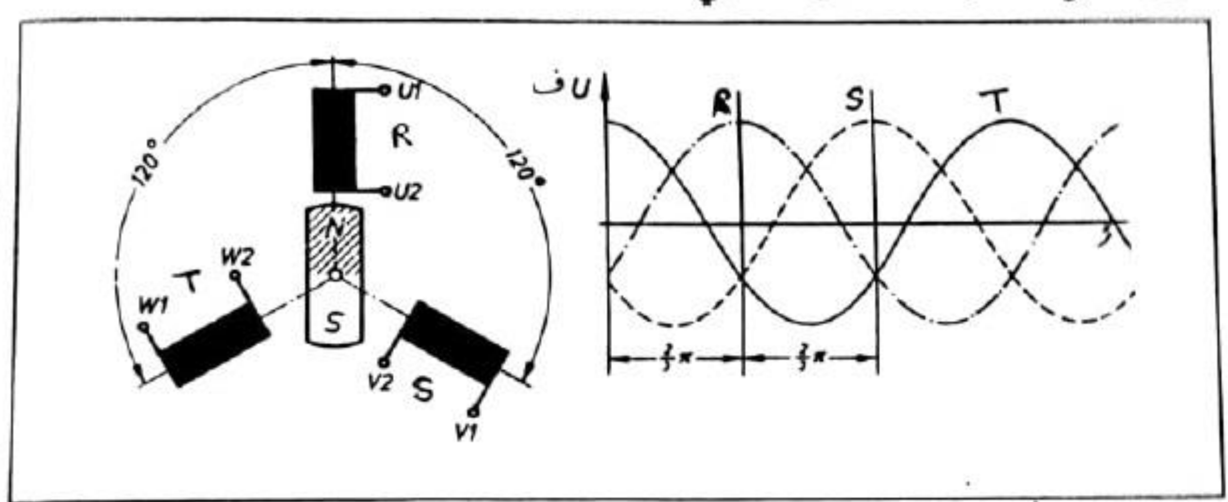
وعادة ما يكون المتحرض مكوناً من عدد من المجموعات التي يمكن وصلها على التسلسل أو التفرع لتعطي التوتر المطلوب.

يوصل أحد خطي المنوبة بالخط الأرضي فيكون هو الخط الحيادي (النتر) ويصبح الخط الثاني هو خط الفاز.

وعليه فإن المصباح يتوهج إذا وصل أحد خطيه بالفاز والآخر بالنتر أو بالخط الأرضي أو أي معدن متصل جيداً بالأرض (تمديدات أنابيب ماء معدنية ـ سكة قطار ـ لوح أو قضيب معدني مغروز في الأرض).

المنوبة الثلاثية:

تتوضع ملفات أو مجموعات المنوبة الثلاثية على محيط المتحرض بزاوية مقدارها (١٢٠°) بين كل منها وتوصل نهايات المجموعات مع بعضها بما يدعى توصيل نجمي Y. فعند دوران المحرض يتولد في كل مجموعة تيار يتقدم أو يتأخر عن المجموعة الأخرى بمقدار (١٢٠°) ويدعى فرق الصفحة. ويخرج من كل ملف خط هو خط الفاز وتدعى (L_3 - L_2 - L_1) أو (ph_3 - ph_2 - ph_1) أو الطور الأول - الطور الثاني - الطور الثالث. ويرمز لها (RST) ولها ألوان خاصة في محطات التوليد مثل أخضر R - أصفر S - بني T.



مبدأ عمل المنوبة الثلاثية الطور فرق الصفحة بين كل طور وآخر ١٢٠°

- المغناطيس في الوسط هو المحرض والملفات كل منها يولد طور -

يوصل U_2 مع V_2 و W_2 ليكون التوصيل نجمي Y ويخرج خط النتر من نقطة الوصل ويؤرض.

تربط نقطة الوصل النجمي بالخط الأرضي ويؤرض جيداً في عدة أماكن ويدعى خط (النتر) (N) الحيادي.

إن التوتر بين أحد الفازات والنتر يدعى التوتر البسيط (فب) والتوتر بين كل فازين يدعى التوتر المركب (فم) والعلاقة بينهما ثابتة وهي:

التوتر المركب = التوتر البسيط × √٣ فم = فب × ١,٧٣	ومنه	فب = فم / ١,٧٣

- إن التوتر المركب بين فازين في شبكة التوزيع السورية (٣٨٠ف) والتوتر البسيط يكون (٢٢٠ فولت).

وفي دول أخرى التوتر المركب (٢٢٠ ف)

التوتر البسيط (١٢٧ ف)

إن للخط الحيادي الرئيسي أهمية كبيرة في الشبكة الثلاثية لأنه يعمل على توازن التوترات في الشبكة فإنقطاعه يجعل التوتر مرتفعاً في الخط ذو الحمل الصغير ومنخفضاً في الخط ذو الحمل الكبير.

توزيع التيار الثلاثي:

يوزع التيار الثلاثي على الاستهلاك المنزلي والإنارة بشكل تيار أحادي (فاز ونتر) ويراعى تحقيق ما أمكن من توازن التوزيع للأطوار الثلاثة.

أما أماكن الإستهلاك الكبيرة في المصانع والمعامل والورشات والمنازل الكبيرة والمساجد... فيتم تزويدها بالتيار الثلاثي مع النتر.

ومن المعلوم أن للتيار الأحادي محركات وأجهزة خاصة به وللتيار الثلاثي كذلك محركات وأجهزة خاصة به.

قصر الدارة والتكهرب:

يحدث قصر الدارة (شورت) (كونتاك) في إحدى الحالات التالية:

١ ـ تلامس بين فازين مختلفين.

٢ ـ تلامس بين فاز وخط الحيادي (النتر).

٣ ـ تلامس بين فاز وناقل متصل بالأرض الرطبة.

ويحدث قصر الدارة ارتفاعاً مفاجئاً وكبيراً في شدة التيار حسب القانون.

$$ش = \frac{ف}{م}$$

حيث تكون المقاومة صغيرة جداً بين الخطين

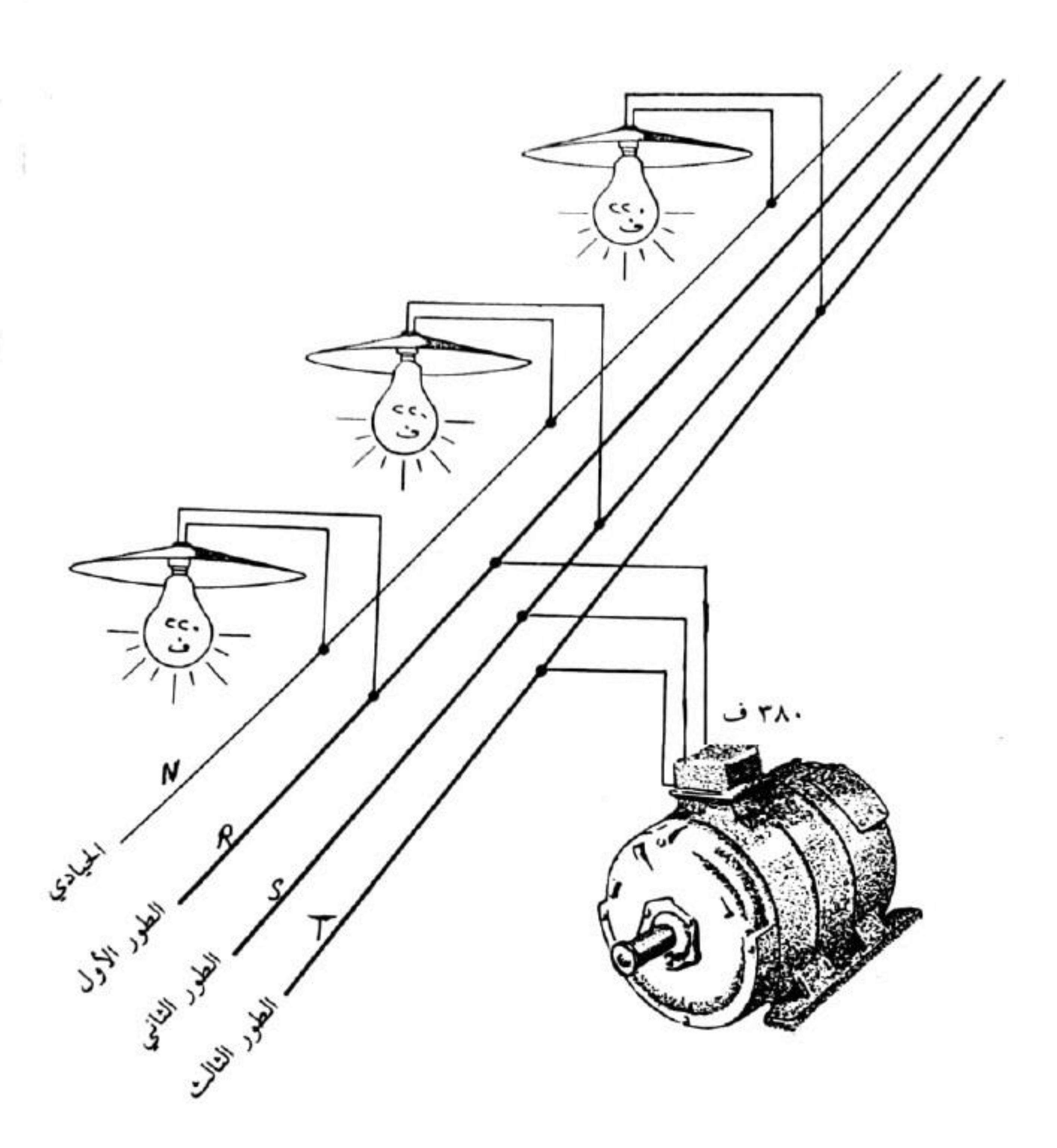
وزيادة شدة التيار ترفع حرارة النواقل فيتلف عازلها وتؤدي إلى حدوث حرائق.

لذلك يجب ضمان حماية الدارة من القصر بما يلي:

١ ـ بواسطة وضع فاصمة منصهرة (فيوز) على خط الفاز في بداية الدارة.

٢ ـ بواسطة وضع قاطع أتوماتيكي حراري ـ مغناطيسي يفصل التيار مباشرة عند حدوث القصر أو إرتفاع الشدة.

تزود الشبكات بالفواصم والحمايات في أماكن مناسبة في بدايات الشبكات الأصلية وفروعها.



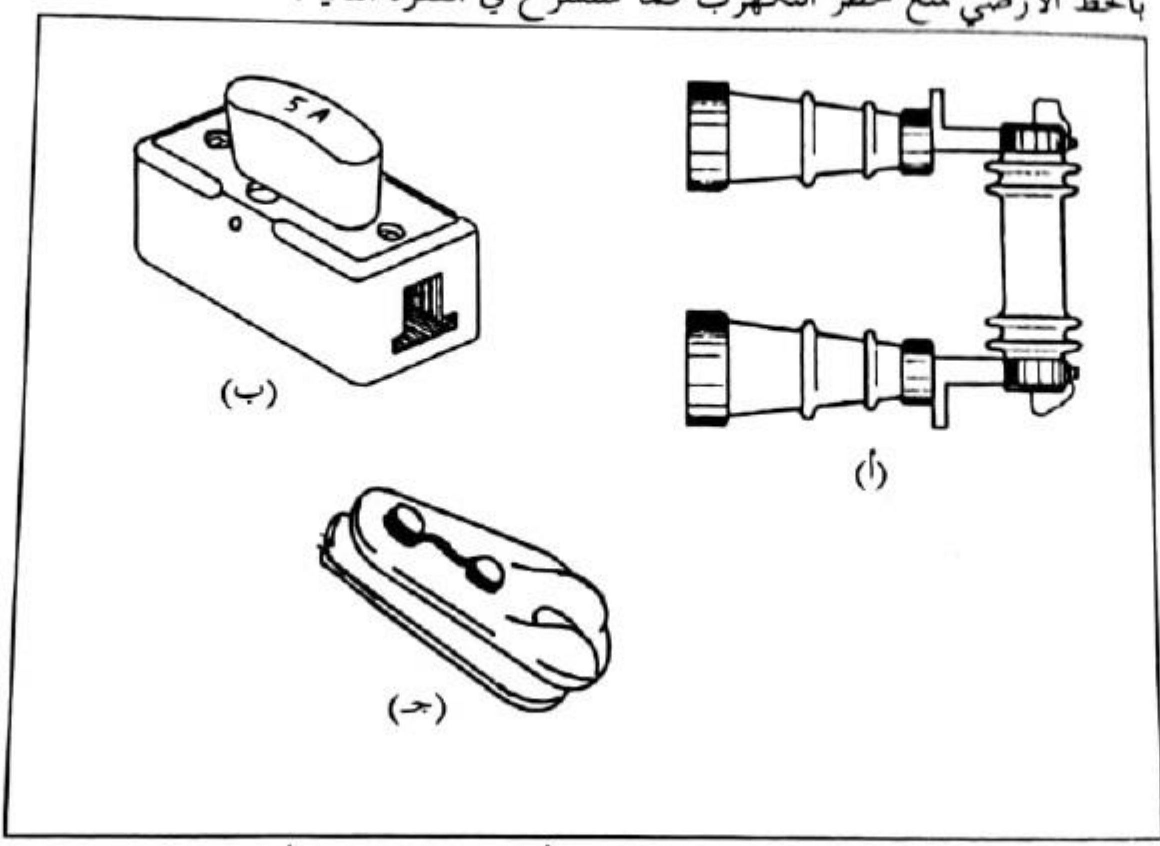
توزيع التيار الثلاثي الطور
فاز + حيادي للمنازل والمحلات الصغيرة والإنارة
ثلاث فازات + حيادي للمعامل والمحلات والورشات الكبيرة
(للقوى المحركة)ـ كل مصباح يمثل مشترك منزلي ـ

حدوث التكهرب:

إن التوتر الخطر على الإنسان يبدأ من (٥٠ فولت) فصاعداً بشدة تيار حوالي (١٥ ميلي أمبير) فأكثر. ويحدث التكهرب في الحالات التالية:

ملامسة جسم الإنسان في نفس الوقت لفازين مختلفين أو فاز ونتر أو فاز وجسم رطب متصل بالأرض.

ويمكن تزويد الدارات المنزلية بما يدعى القاطع التفاضلي الذي يفصل التيار عند تعرض الإنسان للتكهرب، أو إذا حدث فرق بين شدة تيار خط الفاز والحيادي. لذلك لايعمل هذا الديجنتور التفاضلي إلا في التمديدات الجيدة التي ليس فيها رطوبة أو تسرب للتيار، ويوصى بتوصيل جسم الأجهزة الكهربائية المعدنية بالخط الأرضي لمنع خطر التكهرب كما سنشرح في الفقرة التالية.



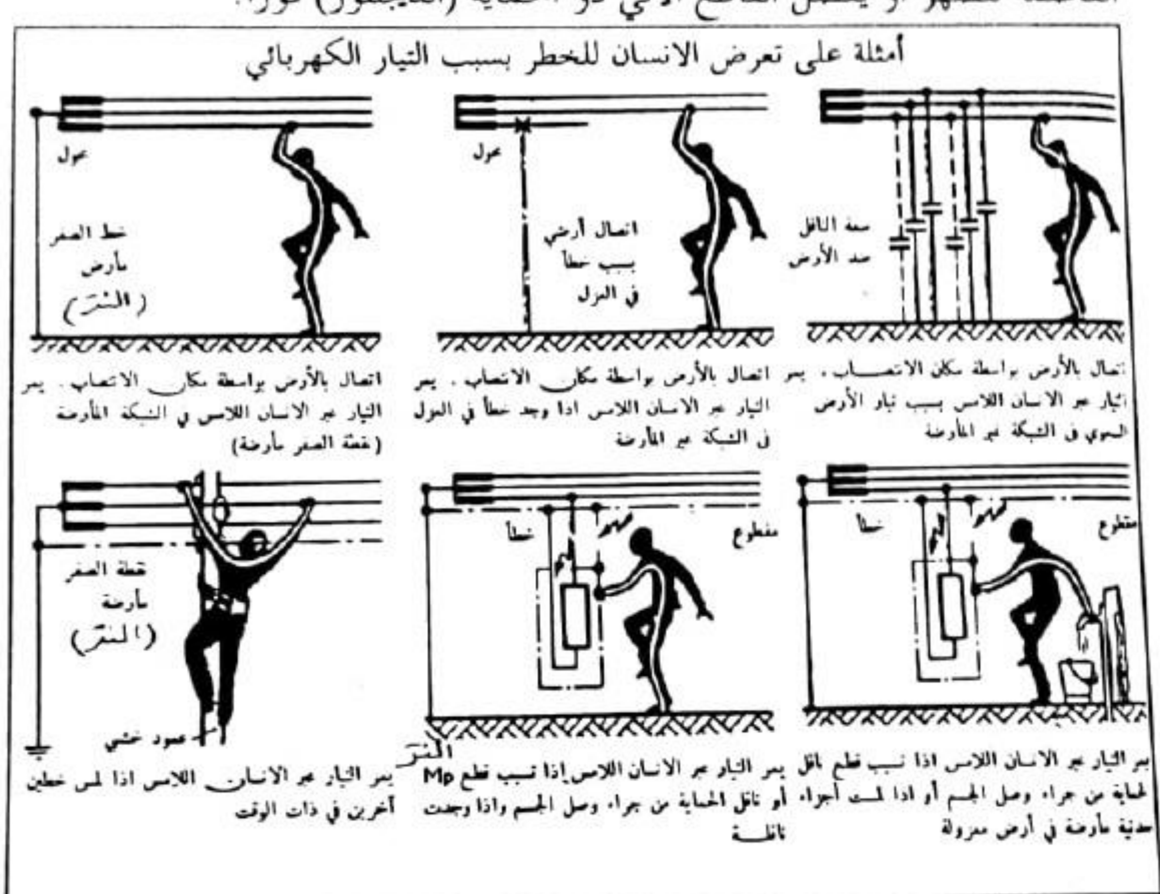
بعض نماذج فواصم حماية قصر الدارة وارتفاع شدة التيار

أ ـ فاصمة توتر عالي . ب ـ فاصمة معيرة A٥ . جـ ـ فاصمة هوائية .

الخط الأرضي:

يستخدم التأريض في الأجهزة الكهربائية المنزلية والصناعية المعدنية والتي توجد في أماكن رطبة غالباً.

ويفيد التأريض في حماية مستخدمي الأجهزة والعمال من خطر التكهرب إذا وجد تلامس بين أي خط يحمل التيار (مثل الملفات أو أسلاك التسخين والتوصيل) والجسم المعدني للجهاز فإذا كان فرق التوتر الذي تعرض له الجسم المعدني صغيراً فإنه يتسرب إلى الخط الأرضي أما إذا كان التوتر كبيراً وكان التلامس مباشراً فإن الفاصمة تنصهر أو يفصل القاطع الآلي ذو الحماية (الديجنتور) فوراً.



وغالباً ما يوجد في المحرك والآلات المعدنية (غسالة - براد – آلات صناعية) برغي خاص عليه إشارة أرضي (⏚) يوصل إلى الخط الأرضي الذي هو عبارة عن لوح معدني أو شبك أو قضبان تدفن في حفرة في مكان رطب ويضاف إليها مسحوق الفحم والملح وغيره وتسقى بالماء على فترات ليبقى تلامسها مع الأرض جيداً وصغير المقاومة.

يوصل الخط الأرضي عادة إلى جميع المآخذ الكهربائية في نقطة الوسط غالباً ويتم اتصاله مع الآخذ إلى جسم الآلة.

يُعلّم الخط الأرضي بأحد الأحرف التالية E أو T أو G ولون خطه أخضر و أصفر.

يجب أن تكون المقاومة بين الأرضي والأرض صغيرة جداً وله شروط خاصة ومحددة حسب الأجهزة والآلات المهيأ لها - وفي المصانع والمعامل والمحطات خاصة ينشأ في مكان رطب ويضاف إليه الماء كل فترة.

إن اتخاذ أنابيب الماء خطاً أرضياً يعتبر غير نظامي ويعرضها للتكهرب وهي قليلة الجدوى في الحماية الصحيحة ضد التكهرب.

الأسلاك المستخدمة في لف الآلات الكهربائية:

يستخدم في لف الآلات الكهربائية (محركات ـ مولدات ـ محولات ـ ملفات...) الأسلاك النحاسية المعزولة، وقد جرت محاولات لاستخدام معدن الألمنيوم ولكن بقي النحاس هو المفضل واستخدام الألمنيوم في العضو الدائر ذو القفص السنجابي. وفي بعض الشبكات تعزل أسلاك اللف بمادة الورنيش، وتستخدم الطريقة الحرارية لضمان العزل القوي الجيد. وقد تستخدم طبقتان من العزل مثل الورنيش + القطن أو الورنيش مع خيوط الحرير أو غيره فتجعل قوة العزل أفضل وأكبر. وللورنيش أصناف متعددة تختلف حسب درجة الحرارة التي تتحملها.

إن شكل مقطع الناقل دائري غالباً ويتوفر بقياس من (٠,١ إلى ٣مم) تقريباً وقد تكون الأسلاك شريطية في المقاطع الكبيرة وتتراوح سماكتها من (٠,٥ إلى ٣مم). تباع أسلاك اللف (البوبيناج) بشكل بكرات بلاستيكية مختلفة الوزن والقطر ويسجل على كل بكرة قطر السلك بالمم (D) . وتستخدم وحدة الديزيم الذي يساوي (٠,١مم) في البيع والشراء. أي كل (١٠ ديزيم تساوي ١مم) ويسجل على البكرة الوزن الإجمالي (B) ووزن البكرة (Th) في مكان لايتعرض للإحتكاك أو المحي في فجوات سطح البكرة. ويسجل كذلك الوزن الصافي للأسلاك (N).

يقاس قطر السلك عملياً بواسطة جهاز الميكرومتر المشروح سابقاً ويجب أن نعلم أن القطر المسجل على البكرة هو قطر النحاس فقط بدون عازل. ويتم حساب مساحة مقطع السلك بالقانون:

المقطع = ٣,١٤ × نصف القطر × نصف القطر

وإذا عرفنا مساحة المقطع يمكن معرفة قطره باستخدام الجدول المخصص لذلك. أو يحسب بالقانون التالي:

$$\text{القطر} = \sqrt{\frac{\text{المقطع}}{3.14}} \times 2$$

أو

$$\text{القطر} = 1.126\sqrt{\text{المقطع}}$$

جدول يبين قطر ومقطع أسلاك اللف للآلات الكهربائية المعزولة بالورنيش وبعض مواصفاتها

القطر بالمم بدون عازل	القطر مع طبقة الورنيش مم	المقطع النحاسي بالمم^2	مقاومة ١كم/بالأوم في الدرجة ١٥م	القطر بالمم بدون عازل	القطر مع طبقة الورنيش مم	المقطع النحاسي بالمم^2	مقاومة ١كم/بالأوم في الدرجة ١٥م
٠,٧٠	٠,٧٦	٠,٣٨٤	٤٥,٢١	١,٦٠	١,٦٨٥	٢,٠١٠	٨,٦٥
٠,٧٥	٠,٨١	٠,٤٤١	٣٩,٣٨	١,٧٠	١,٧٨٥	٢,٢٦٩	٧,٦٦
٠,٨٠	٠,٨٦	٠,٥٠٢	٣٤,٦١	١,٨٠	١,٨٨٥	٢,٥٤٤	٦,٨٣
٠,٩٠	٠,٩٧	٠,٦٣٦	٢٧,٣٥	٢,٠٠	٢,٠٩	٣,١٤١	٥,٥٨
١,٠٠	١,٠٨	٠,٧٨٥	٢٢,١٥				
١,١٠	١,١٨	٠,٩٥٠	١٨,٣٠				
١,٢٠	١,٢٨	١,١٣٠	١٥,٣٨				
١,٢٥	١,٣٣	١,٢٢٧	١٤,١٧				
١,٣٠	١,٣٨	١,٣٢٧	١٣,١٠				
١,٤٠	١,٤٨	١,٥٣٩	١١,٣٠				
١,٥٠	١,٥٨٥	١,٧٦٧	٩,٨٤				

جدول قطر ومقطع الأسلاك الصغيرة

القطر Ø مم	المقطع مم^2 ●
٠,١٠	٠,٠٠٧٨
٠,١٥	٠,٠١٧٧
٠,٢٠	٠,٠٣١٤
٠,٢٥	٠,٠٤٩١
٠,٣٠	٠,٠٧٠٧
٠,٣٥	٠,٠٩٢٦
٠,٤٠	٠,١٢٦
٠,٤٥	٠,١٥٩
٠,٥٠	٠,١٩٦
٠,٥٥	٠,٢٣٧
٠,٦٠	٠,٢٨٣
٠,٦٥	٠,٣٣١
٠,٧٠	٠,٣٨٥

أصناف العزل المستخدمة في الآلات الكهربائية:

تصنف مواد العزل حسب درجة حرارة العمل والتشغيل المقررة للآلة الكهربائية مع اعتبار أن درجة حرارة الجو المحيط لاتتجاوز ٤٠مْ وهذه الأصناف هي:

الصنف A : للآلات الكهربائية التي لاتتجاوز درجة حرارتها خلال العمل النظامي (١٠٠ مْ) أي لاتتجاوز زيادة ارتفاع حرارتها (٦٠مْ).

الصنف B : للآلات الكهربائية التي تتجاوز درجة حرارتها (١٢٠ ـ ١٣٠ مْ) أي مع زيادة في الحرارة (٨٠ مْ - ٩٠مْ).

الصنف H : للآلات الكهربائية التي لاتتجاوز درجة حرارتها (١٨٠مْ) أي مع زيادة في الحرارة (١٢٠ مْ - ١٤٠ مْ).

أصناف المواد العازلة المستخدمة في أسلاك اللف:

تصنف هذه المواد أيضا حسب درجة حرارة التشغيل العظمى التي تتحملها دون أن تتلف وذلك عند التشغيل المستمر النظامي وغالباً ما يسجل على لوحة المحرك صنف العازل المستخدم باسم (ISOL أو Insult) والصنف المستخدم كثيراً هو E أو B وهذه الأصناف هي:

- **الصنف Y** : والمواد المستخدمة هي قطن - حرير طبيعي - فيبر – ورق – خشب الصمغ الصناعي ومواد تركيبية أخرى مثل:
  بوليكريليت - بوليتيلين - بوليسترين. الكوتشوك الطبيعي المعالج...
  ويتحمل درجة حرارة تصل إلى (٩٠ مْ).
- **الصنف A** : يتحمل حتى (١٠٥مْ) ويصنع منه ورنيش من الصمغ الطبيعي وبشكل محلول بالإتير والإستر السيللوزي وله مركبات أخرى.
- **الصنف E** : يتحمل حتى (١٢٠ مْ).
- **الصنف B** : يتحمل حتى (١٣٠ مْ).
- **الصنف F** : يتحمل حتى (١٥٥ مْ).
- **الصنف H** : يتحمل حتى (١٨٠ مْ). ويستخدم فيه الميكا – البورسلان ومواد السيراميك - الإميانت - ونسيج زجاجي وصمغ سيليكوني.
- **الصنف C** : ويصل تحمله حتى (٢٢٥ مْ) ومركباته من مواد تتحمل الحرارة العالية كالإميانت المعالج – والميكا – والنسيج الزجاجي والكوارتز والسليكون وغيره.

المواد المتعلقة باللف

إن المواد المستخدمة في اختصاص لف الآلات الكهربائية هي:

أسلاك اللف (شريط بوبيناج) :

وهي أسلاك نحاسية دائرية المقطع معزولة بالورنيش، وذلك لزيادة قوة العزل والتحمل للرطوبة أو الحرارة أو الغبار. وهذه الأسلاك ملفوفة على بكرات بلاستيكية متعددة الأوزان والقياس. وغالباً ما يكون قياس القطر متدرجاً بمقدار (٠,٥ ديزيم) أي (٣ ـ ٣,٥ ـ ٤ ـ ٤,٥ ... ديزيم) وإذا كان القياس (٥,٦) مثلاً فيعتبر (٥,٥ ديزيم) وإذا كان (٧,١) فيعتبر (٧ ديزيم) وهكذا. وكلما كان القياس كبيراً كان وزن البكرة المتوفر كبيراً. ويوجد في الأسواق أسلاك من مصادر متعددة فرنسي ـ ألماني ـ إيطالي ـ تركي. وهناك نوع نمساوي مشهور قديماً نوع (إلدرا ELDRA). وكلما كان السلك ذو قطر أصغر كان سعر الكيلوغرام منه أغلى ثمناً وقد تتخلف هذه القاعدة لأسباب تجارية أحياناً.

يجب عند إعادة لف الآلة المحافظة على قطر وعدد اللفات وكافة المعلومات الأخرى وقد لا تظهر أي مشكلة إذا قل قطر السلك أو زاد بمقدار (٠,٥ ديزيم) في حالات الضرورة.

أما من الناحية العملية فيجب عند وصل ملفين أو سلكين التأكد من إزالة الورنيش تماماً إما بالحرق الجيد ثم مسح طبقة الفحم أو باستخدام مشرط يقشط العازل بانتباه وليونة من جميع جوانب السلك وحسب المسافة المقررة. وعند وصل السلكين نجدلهما على بعضهما بقوة بما لايقل عن (٨ ـ ١٠ جدلات) محكمة بعد إدخال قطعة أنبوب عزل (تيب) قطر مناسب في أحد الطرفين ثم زلقه ليغطي الوصلة ويزيد من كل طرف مسافة (١ ـ ٢سم) تقريباً.

ويوجد في الورشات الكبيرة جهاز لتزليط الأسلاك كهربائياً ثم يتم لحام الوصلات باستخدام كاوي لحام عادي أو تحريضي (فرد) ومعدن اللحام هو سبيكة القصدير والرصاص. ولامانع من وضع معجون مساعد لتنظيف الوصلة وانصهار القصدير جيداً.

أسلاك معزولة شعرية:

وهي أسلاك نحاسية متعددة الفروع لتكسبها الليونة المناسبة وتكون معزولة بعازل يتحمل الحرارة. وذات مقطع مناسب. وتستخدم لربط بدايات ونهايات المجموعات مع لوحة التوصيل. ولا بد من وجود لونين من هذه الأسلاك على الأقل ليمكن تعليم البدايات بلون والنهايات بلون آخر في المحرك الثلاثي، أو لتميز أطراف ملفات التشغيل عن أطراف ملفات الإقلاع في المحرك الأحادي.

وفي المصانع قد يستخدم أسلاك معزولة ببلاستيك حراري ذو لون واحد تزود الأطراف بأحرف أو أرقام على قطع بلاستيكية ملصقة مثل:

$$(W_2 - V_2 - U_2 \quad - \quad W_1 - V1 - U1) \quad \text{أو} \quad \begin{pmatrix} W - V - U \\ Y - X - Z \end{pmatrix}$$

الأنبوب العازل (تيب):

وهو من مادة عازلة تتحمل الحرارة تستخدم لتغطية الوصلات وكذلك لحماية أطراف الملفات في المحرك أو المحول.

ويوجد التيب العازل بأقطار مختلفة القياس (١ - ٢ - ٣ - ٤ - ٥ — ٦ مم..) وبشكل قضبان طولها (٩٠ - ١٠٠سم) أو بكرة (٥٠ - ١٠٠ متر) أو أكثر.

ويوجد نوعان لأنابيب العزل نوع عادي ونوع حراري يتحمل درجات الحرارة العالية. ويستخدم خاصة في الآلات التي ترتفع حرارتها أثناء التشغيل إلى درجة (٢٠٠مْ) وأكثر وكذلك في الأجهزة الحرارية - مكاوي - أفران - مدافىء... وبعض أنواع الأنابيب لين وآخر قاسي نوعاً ما، والنوع اللين أفضل في عازل المحركات والمحولات.

الكرتون العازل:

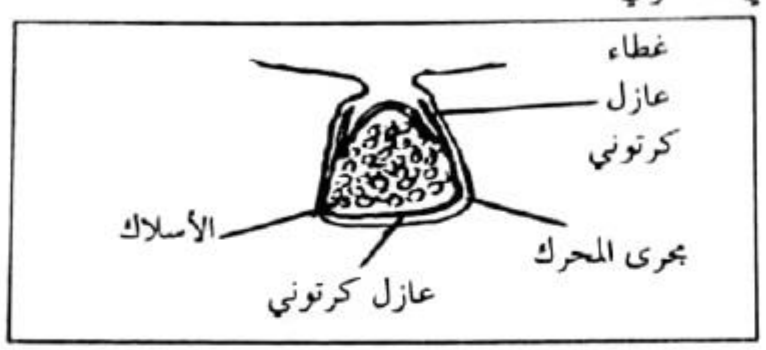
وهو عازل لمجاري المحرك ولتغطية وعزل الملفات وكذلك، لعزل ملفات المحول عن بعضها أو الإبتدائية عن الثانوية.

ويتوفر بشكل أطباق موحدة القياس ولها سماكات مختلفة بالديزيم. وكلما كان المحرك كبيراً يكون عازله الكرتوني أسمك.

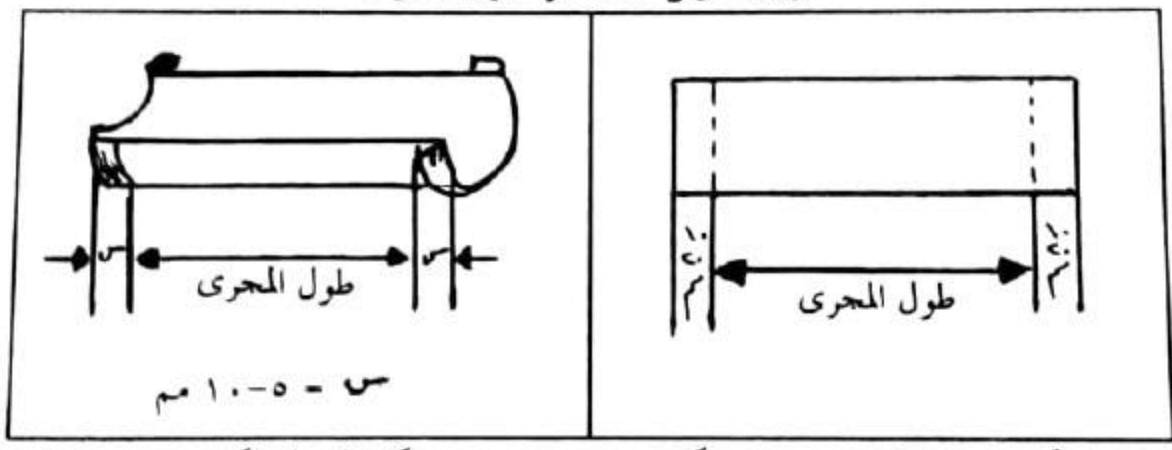
ويوجد كرتون بحلى عليه طبقة من البلاستيك أو الجلاتين الحراري يكسبه قوة ضد التمزق، ويستخدم في كثير من المحركات وغيرها من الآلات الكهربائية، ويتوفر بشكل لفافة كبيرة يمكن شراء القياس المناسب بوحدة الطول أو بالوزن.

إن للكرتون اتجاه معين يراعى هذا الاتجاه عند قص كرتون عزل المجاري وذلك ليمكن إعطاؤه شكل المجرى وتقوسه تماماً وبسهولة دون أن يظهر عليه تكسر وتشوه.

ويستخدم في مصانع المحركات نوع من البلاستيك الحراري يثني وينزل حرارياً وآلياً في المجاري.



ترتيب تنزيل الملفات في مجرى المحرك



شكل العازل الكرتوني — قطعة الكرتون العازل قبل حنيها بشكل قوس

خيطان التربيط:

بعد تنزيل الملفات في مجاري المحرك يجب حزم أطراف الملفات من الجانب الذي ليس فيه بدايات ونهايات، أما الجانب الآخر ذو الأطراف فيتم حزمه وتربيطه بعد إنهاء عملية التوصيل بين المجموعات. تستخدم خيطان من القطن أو الحرير أو

غير ذلك بشرط كونها متينة لاتنقطع أثناء شدها وذات نخانة مناسبة وتتحمل درجة حرارة المحرك فلا تحترق ملتصقة بالملفات.

يستخدم أحياناً الشريط القماشي (تريس) لحزم الملفات أو تغطيتها كلياً أو جزئياً لحفظها من الرطوبة والحرارة والعوارض المختلفة. ويباع الشريط القماشي بشكل بكرات ذات عرض متنوع من (٠,٥ إلى ٢,٥ سم) فأكثر ويقاس العرض بالبوصة عادة.

وعملية التربيط أو الخياطة والحزم لأطراف الملفات تجري بطرق متعددة على أن يراعى الشد المناسب وأن تأخذ الشكل الدائري بحيث لاتعيق دخول العضو الدائر أو تلامس معدن الهيكل المحيط.

يستعمل في التربيط قطعة من سلك نحاسي من أسلاك اللف بحدود (٦ ـ ٨ دبزيم) تجدل على بعضها بعد وضع الخيط في وسط السلك فيشكل إبرة أو مسلة لينة لتسهيل عملية الخياطة. وتستخدم المطرقة البلاستيكية أو الخشبية للدق على الملفات بطرق خفيف أثناء شد الخيط وذلك لزيادة تجمع الملفات وحزمها.

الفيبر والبيكاليت:

وهما بشكل ألواح مختلفة السماكة. وهي مواد عازلة متينة تتحمل الرطوبة وخاصة البيكاليت الذي يتطلب تشكيله مهارة وجهداً، بينما الفيبر فيمكن قصه بالمقص العادي أو المشرط وثقبه كالكرتون.

تستخدم هاتان المادتان في صنع بكرات المحولات وفي لوحة توصيل المحركات وتصنع منها قطعة بشكل سكين لتساعد على تنزيل الملفات ورصها في المجاري.

الورنيش السائل:

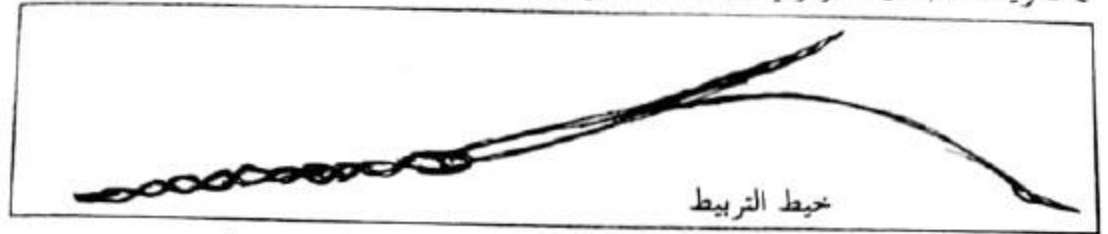
وهو بني اللون لزج يشبه القطر أو مادة اللكر المستخدمة في الدهان، تدهن أو تغطى به الملفات بعد انتهاء عملية اللف وفائدته هي:

١ ـ تقوية عازل الأسلاك وخاصة إذا تعرضت لبعض الحك والخدوش.

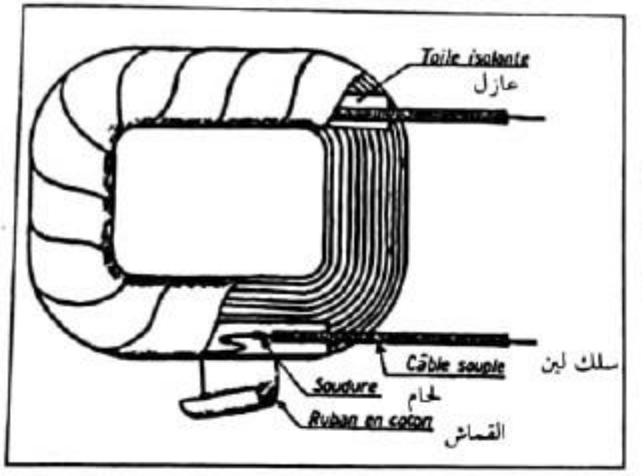
٢ ـ تلاصق اللفات وجعلها كتلة واحدة مما يمنع من تلامس بعض اللفات مع معدن المحرك أو العضو الدائر.

٣ ـ منع الرطوبة من التغلغل داخل الملفات.

٤ ـ زيادة التبادل الحراري بين الملفات والجو المحيط.



صنع إبرة تخييط أطراف الملفات من سلك لف مجدول جيداً.



← طريقة تقوية البداية والنهاية لملف ثم تغليفه بالشريط القماشي (تريس)

طرق الورنشة بعد انتهاء لف المحرك

وهناك عدة طرق للورنشة وعدة أنواع من الورنيش سيتم شـرحها في فصـل إعادة لف المحركات ومنها:

١ ـ الورنشة بالفرشاة.

٢ ـ الورنشة بالغطس ثم التجفيف.

٣ ـ الورنشة بالغطس تحت الضغط والتفريغ.

العدد المتعلقة باللف:

أ ـ العدد العامة المستخدمة في اختصاصات الكهرباء ومنها

بنسة معزولة ـ قطاعة ـ زردية ذات فك مبسط ـ زردية ذات فك مبروم ـ مجموعة مفكات عادية ومصالبة متعددة القياس ـ مطرقة حديدية ـ مطرقة بلاستيكية أو مطاطية ـ أفومتر ـ مقص حديد صاج ـ مقص خياطة ـ مجموعة مفاتيح شد قياس افرنسي ـ مفاتيح حلق ـ مفاتيح فنجان (كشتبان) ـ مفاتيح مسدس داخلي ـ إزميل ـ سنبك ـ منشار معدني ـ منشار خشابي ـ طاولة عمل بترس خشبي أو معدني ذات دروج ـ ملزمة مثبتة على الطاولة ـ لوحة تجريب كهربائية ـ كاوي لحام حراري وتحريضي ـ مجموعة مبارد مختلفة ـ فرشاة فولاذية وعادية ـ مثقب ثابت أو متحرك...

ب ـ العدد الخاصة لورشة اللف:

بريصة لنزع الرولمانات من دائر المحرك ـ ميكرومتر لقياس قطر الأسلاك ـ لفافة يدوية أو آلية للمحولات والمحركات. مجموعة قوالب لف متداخلة ومتتالية متعددة القياس ـ بنسة أمبير ـ عداد دورات...

لوحة التجريب اللازمة لورشة اللف والإصلاح:

وهي من الخشب أو اللاتيه أو البلاستيك وتتضمن:

١ ـ ديجنتور ٢٥ ـ ٣٠ أمبير ذو حماية مغناطيسية حرارية.

٢ ـ فاصمة منصهرة ٢٥ ـ A ٣٠ .

٣ ـ مصباح إشارة.

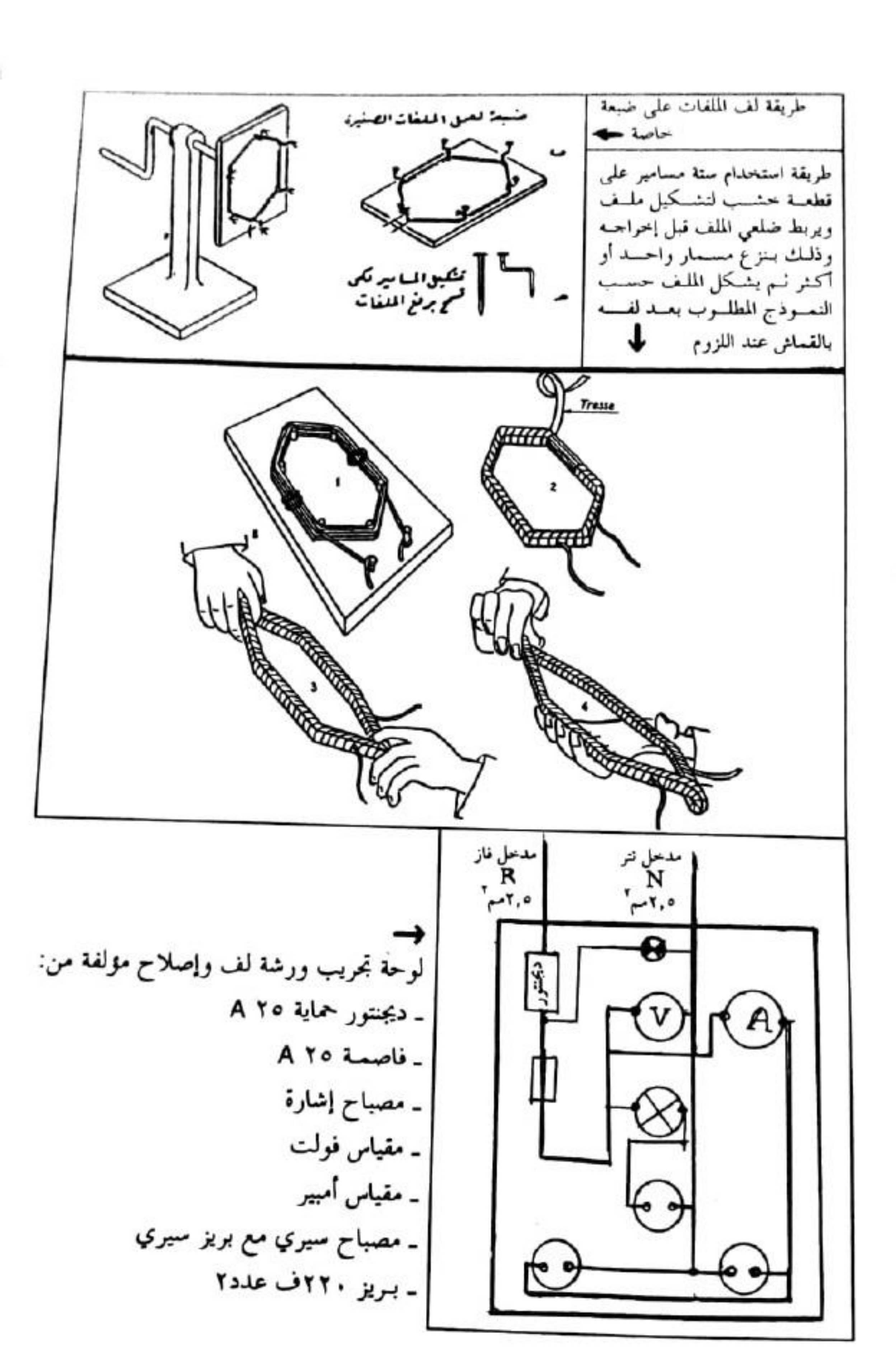
٤ ـ مقياس فولت .:. ـ ٢٥٠ أو ٣٠٠ ف.

٥ ـ مقياس أمبير مناسب لنوع العمل ١٠ ـ ١٥ ـ A ٢٥ .

٦ ـ مصباح تسلسلي (سيري) .

٧ ـ مأخذ عدد ٢ لتغذية الجهاز أو المحرك بعد لفه أو اصلاحه.

٨ ـ يمكن إضافة محول يعطي توتر ١١٠ فولت .


طريقة لف الملفات على ضبعة
خاصة
طريقة استخدام ستة مسامير على قطعة خشب لتشكيل ملف ويربط ضلعي الملف قبل إخراجه وذلك بنزع مسمار واحد أو أكثر ثم يشكل الملف حسب النموذج المطلوب بعد لفه بالقماش عند اللزوم
Tresse
1
2
3
4
مدخل فاز
R
٢,٥مم٢
مدخل نتر
N
٢,٥مم٢
V
A
لوحة تجريب ورشة لف وإصلاح مؤلفة من:
ـ ديجنتور حماية ٢٥ A
ـ فاصمة ٢٥ A
ـ مصباح إشارة
ـ مقياس فولت
ـ مقياس أمبير
ـ مصباح سيري مع بريز سيري
ـ بريز ٢٢٠ف عدد٢

الفصل الثاني

المحولات الكهربائية

مقدمة:

المحول هو جهاز كهربائي ساكن (ستاتيكي) يعمل على مبدأ الأثر المغناطيسي للتيار الكهربائي ويدعى (ترانس Transformer) ويعمل على رفع أو خفض التوتر أو التيار الكهربائي، وهو عنصر هام في مجال توليد القدرة الكهربائية ثم توزيعها ونقلها في الشبكات. ومع أن المنوبات الكبيرة تولد توتراً يصل إلى (٢٠ كيلوفولت) فإن نقل هذا التوتر إلى مسافات طويلة قد يتطلب رفعه إلى مئات الكيلوفولت. ففي سوريا (٢٢٠ ـ ٣٨٠ ك ف) ـ وفي بعض الدول (٥٠٠ ك ف) وأكثر، وعند الاقتراب من مراكز الاستهلاك تعمل المحولات على خفض التوتر على مراحل حتى يصل إلى (٣٨٠/٢٢٠ ف) وعملية رفع التوتر تفيد في تقليل هبوط التوتر في الخطوط وكذلك خفض شدة التيار المنقولة في الشبكات ليمكن تصغير مقطع الكابلات ما أمكن إضافة للفوائد الأخرى.

أنواع المحولات:

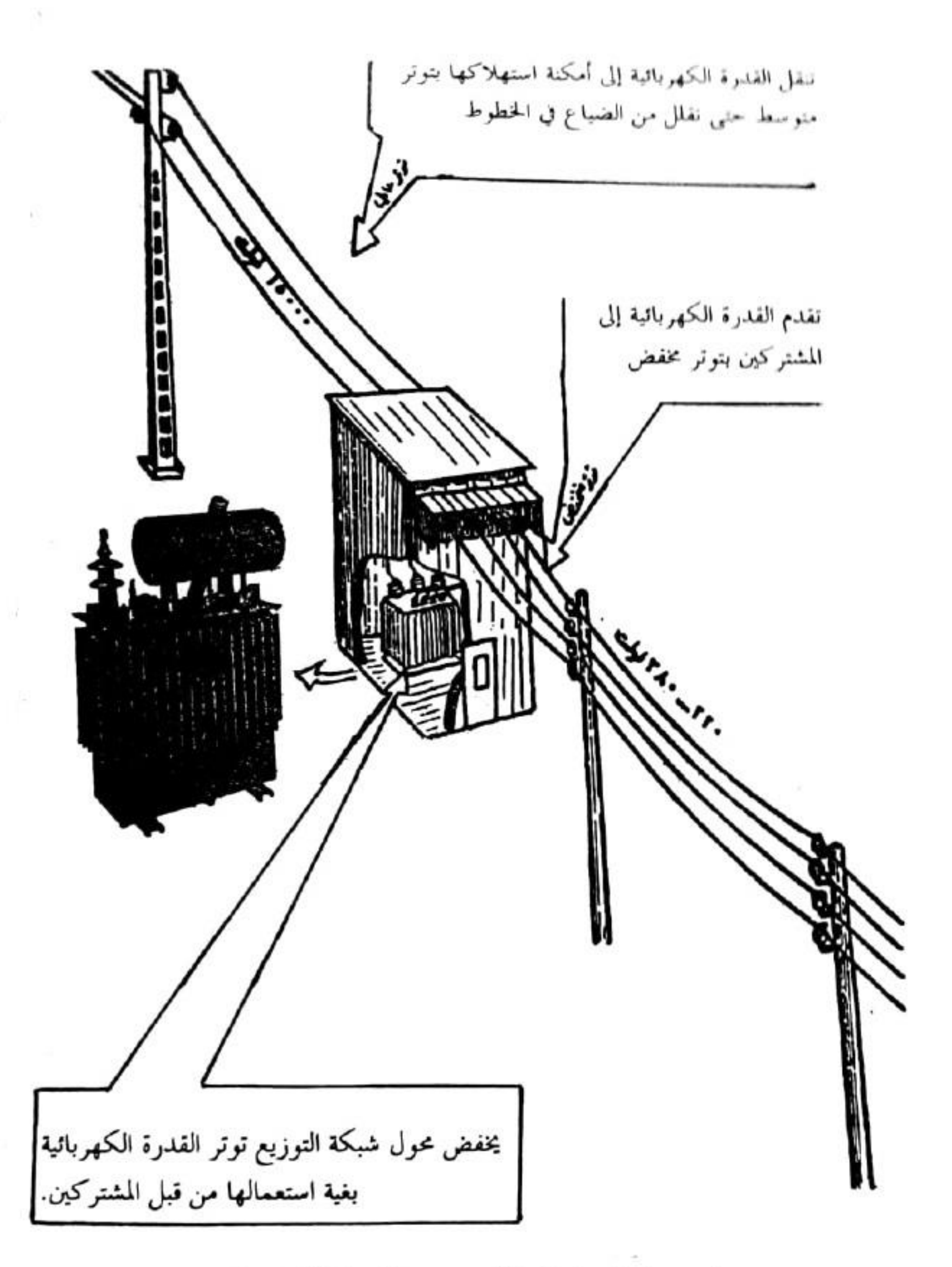
يمكن تقسيم المحولات حسب نوع التيار إلى:

أ ـ محولات ثلاثية الطور.

ب ـ محولات أحادية الطور.

وتقسم أيضاً إلى محولات رفع التوتر ـ محولات خفض التوتر.

أو محولات استطاعة ـ محولات لأجهزة القياس ـ أجهزة تعمل على مبدأ المحول مثل: الملاحم الكهربائية ـ فرد الكاوي التحريضي ـ الأفران التحريضية...



استخدام المحول في نقل وتوزيع القدرة الكهربائية

وكذلك محولات عادية ـ محولات متعددة الأطراف (المداخل والمخارج) محولات ذاتية ـ محولات ذاتية متغيرة الفولت.

أما المنظمات فهي أجهزة تشبه بشكل أساسي محول رفع وخفض للتوتر يمكن التحكم بتوتره يدوياً أو إلكترونياً للحصول على توتر نظامي لضمان عمل الأجهزة الكهربائية بصورة جيدة وآمنة.

أجزاء المحول:

يتألف المحول من العناصر التالية:

١ ـ **دارة مغناطيسية مغلقة** : من صفائح حديدية رقيقة بحيث تتشابك مع بعضها بأقل فراغ بينها. وهذه الصفائح سماكتها (٠,٣٥ ـ ٠,٥مم) وفيها مادة السيليسيوم بنسبة ٤٪ ومعزولة عن بعضها بالورنيش أو تترك في مكان رطب ليتشكل عليها الصدأ الخفيف ليكون عازلاً لتيارات فوكو الإعصارية التي تتولد في الحديد فترفع حرارته وتضعف مردود المحول.

٢ ـ **الملفات الإبتدائية**: وهي الملفات التي تتغذى بتيار الشبكة، وتكون ملفوفة على بكرة من الفيبر أو البيكاليت، ويتناسب عدد لفاتها مع توتر التغذية وكذلك مع استطاعة المحول. يتولد فيها التحريض المغناطيسي فينتقل عبر الدارة المغناطيسية إلى الملفات الثانونية.

٣ ـ **الملفات الثانوية**: وهي الملفات التي يتولد فيها التوتر التحريضي عندما يغذى المحول بالتيار. وليس لها أي إتصال أو تلامس مباشر مع الملفات الإبتدائية إلا في المحول الذاتي.

يتناسب عدد لفاتها مع التوتر الثانوي ومع استطاعة المحول.

وهذه الملفات هي التي تغذي الآخذات بالتوتر المناسب.

والملفات الإبتدائية والثانوية قد تكون متباعدة عن بعضها وقد تكون بجانب أو فوق بعضها البعض وضمن بكرة واحدة في الدارة المغناطيسية نوع EI.

إن عدد اللفات يتناسب مع التوتر ففي أي محول يكون عدد لفات التوتر الأعلى أكثر ـ أي محول رفع التوتر عدد اللفات الثانوي أكبر من عدد اللفات الإبتدائي وفي محول خفض التوتر يكون العكس أي عدد لفات الإبتدائي أكبر من عدد اللفات الثانوي.

بينما مقطع سلك اللفات يكون عكسياً لأن محول رفع التوتر يخفض شدة التيار ومحول خفض التوتر يرفع شدة التيار.

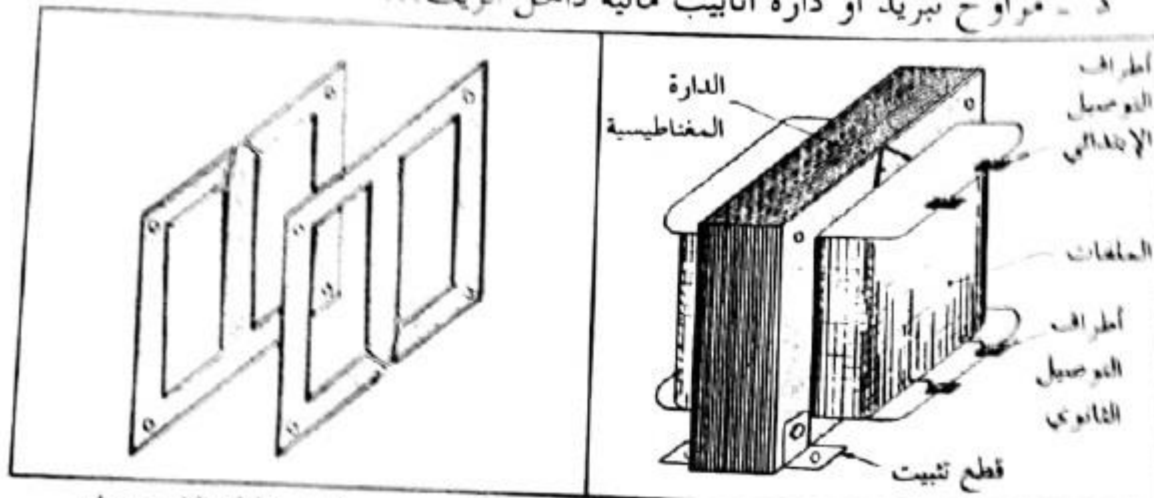
٤ ـ الأجزاء الإضافية المكملة في المحول: هذه الأجزاء تختلف من محول لآخر وتوجد خاصة في المحولات الكبيرة ومنها:

أ ـ غلاف المحول من الحديد الرقيق المجنح وذلك لتحسين تبريد الملفات.

ب ـ لوحة توصيل أطراف المحول ـ حلقات حمل ونقل المحول ـ خزان لزيت المحول ومخرج التفريغ ـ عجلات حمل المحول.

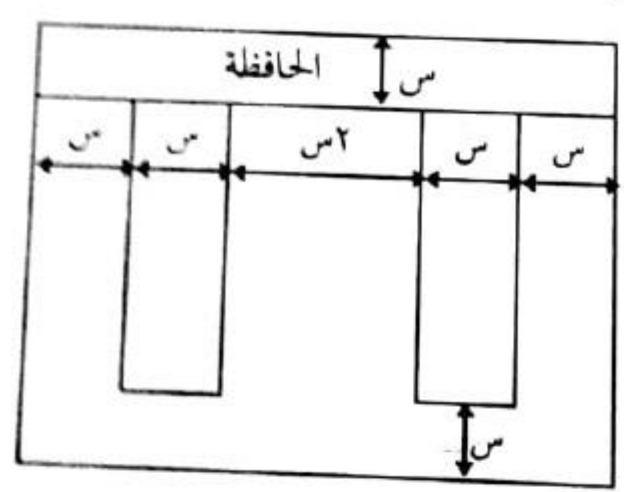
جـ ـ خزان الزيت الإضافي وذلك لحفظ مستوى الزيت في المحول وضمان تقليل سطح الزيت الملامس للهواء الخارجي الرطب.

د ـ مراوح تبريد أو دارة أنابيب مائية داخل الزيت...



نموذج محول أحادي صغير الاستطاعة

نموذج من صفائح قليلة الاستخدام نموذج M



صفيحة لمحول أحادي نموذج EI

مبدأ عمل المحول الأحادي:

إذا وصل الملف الإبتدائي للمحول بالتيار المتناوب المناسب يتولد في ملفاته تحريض مغناطيسي له نفس التردد، وهذا التحريض المتغير ينتقل عبر الدارة المغناطيسية فيولد في الملفات الثانوية تياراً تحريضياً متناوباً له نفس التردد أيضاً. وذلك استناداً لقانون لينز في التوليد.

$$\text{نسبة التحويل} = \frac{\text{التوتر الثانوي}}{\text{التوتر الإبتدائي}} = \frac{\text{عدد لفات الثانوي}}{\text{عدد لفات الإبتدائي}} = \frac{\text{شدة التيار الابتدائي}}{\text{شدة التيار الثانوي}}$$

أي:

$$\text{نسبة التحويل} = \frac{\text{ف}_{\text{ث}}}{\text{ف}_{\text{ب}}} = \frac{\text{ن}_{\text{ث}}}{\text{ن}_{\text{ب}}} = \frac{\text{س}_{\text{ب}}}{\text{س}_{\text{ث}}}$$

وتختلف هذه النسب قليلاً وذلك لوجود بعض المفاقيد المغناطيسية والحرارية في المحول.

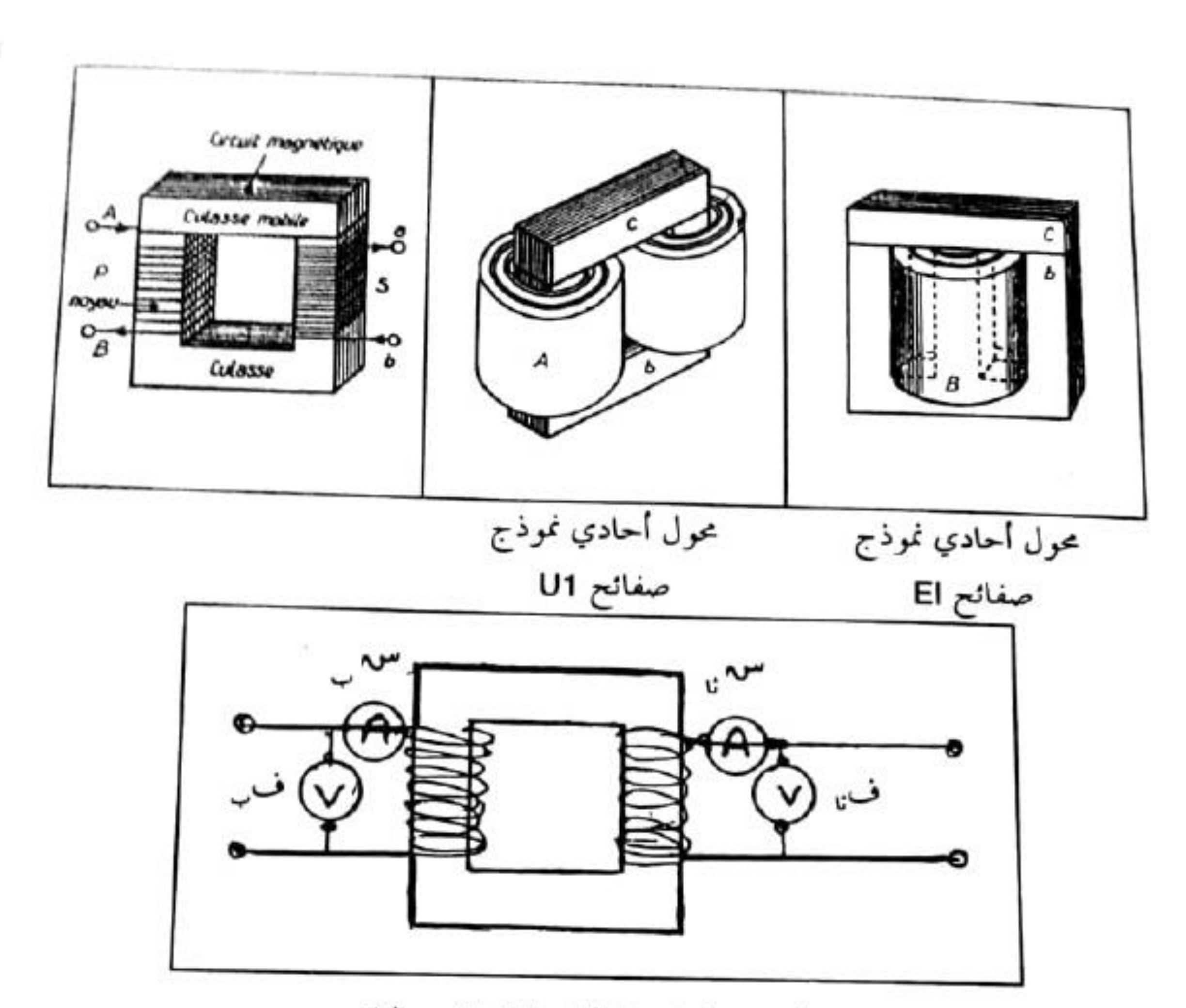
لفات التعويض:

إذا كان للمحول نفس عدد اللفات في الإبتدائي والثانوي نجد أن التوتر الثانوي المتولد يكون أقل من التوتر الإبتدائي وذلك لوجود هبوط في التوتر داخل الملفات، نظراً لمقاومتها الأومية وكذلك الضياع في المغناطيسية الواصلة إلى الثانوي. لذلك يضاف إلى ملفات الثانوي عدد من اللفات تدعى لفات التعويض وتساوي (٥ ـ ٧٪) من عدد لفات الثانوي لتعويض هبوط التوتر في الملفات وخاصة عند وصل الأحمال على المحول.

ملاحظات حول استخدام المحولات:

١ ـ إن المحول المصمم ليعمل على تردد ٥٠ هرتز. يحظر استعماله على تردد أقل مثل (٢٥ هرتز) لأن حرارته ترتفع بشكل خطر بسبب زيادة مفاقيده المغناطيسية ويمكن تشغيله على تردد أقل بشرط زيادة تبريده وتقليل استطاعة الحمل عليه فيقل الضياع وتنخفض الحرارة في الملفات النحاسية.

٢ ـ لا يمكن تغذية المحول بالتيار المستمر لأنه لا يتولد فيه تحريض مغناطيسي متغير وقد تحترق الملفات الإبتدائية بسرعة.



قياس التوتر والتيار في الملف الإبتدائي والثانوي
وحساب الاستطاعة بالفولت أمبير VA

تيارات فوكو الإعصارية:

تنشأ هذه التيارات داخل حديد المحول بسبب تغير التحريض المغناطيسي، تعمل هذه التيارات المنسوبة إلى العالم فوكو على رفع حرارة حديد المحول وتقليل مردوده وإتلافه بسرعة لذلك تخفف هذه التيارات بالإجراءات التالية:

١ ـ صنع الدارة المغناطيسية بشكل صفائح رقيقة من الحديد الخاص.

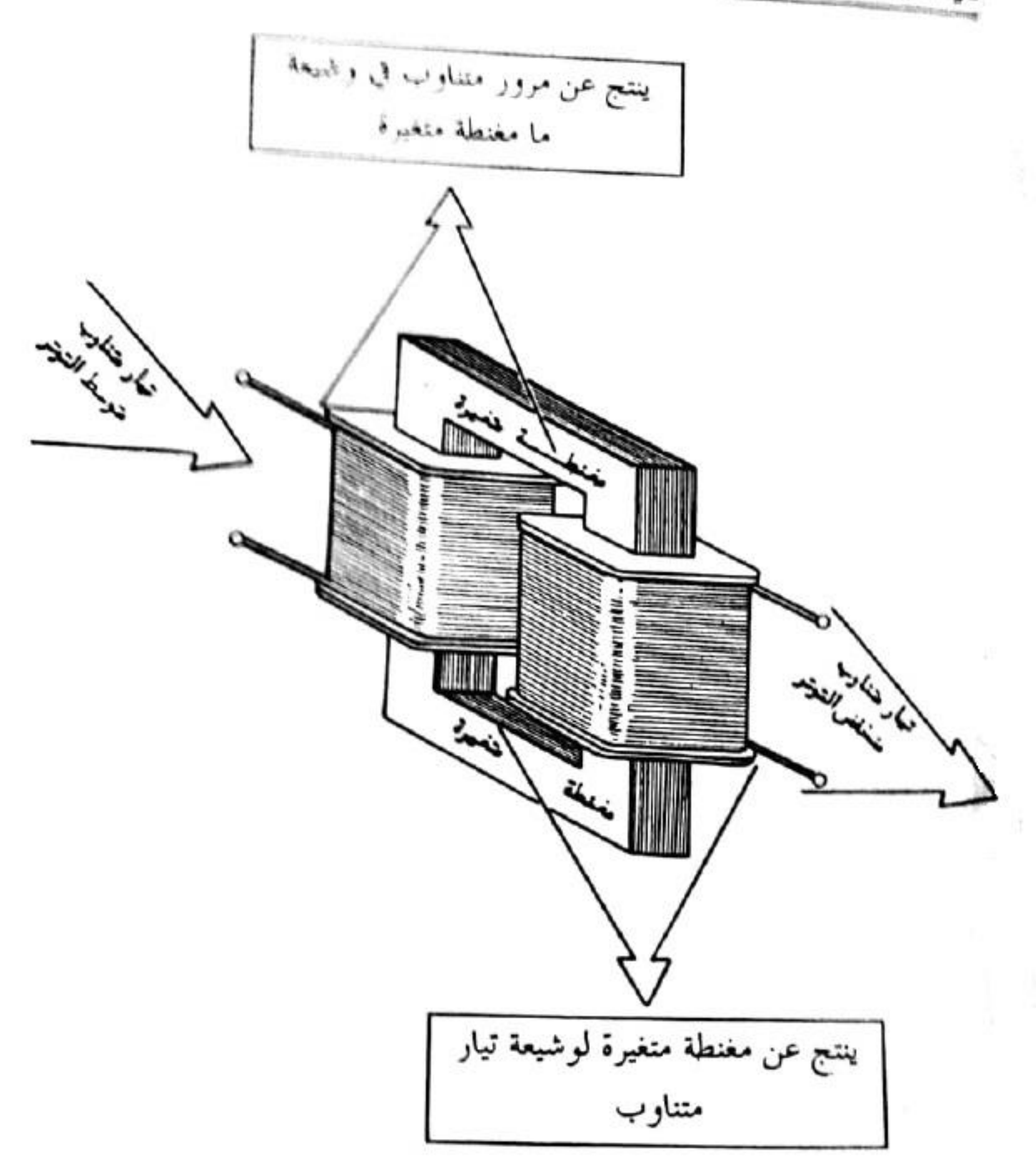
٢ ـ عزل هذه الصفائح عن بعضها البعض بالورنيش أو بصدأ الحديد نفسه.

٣ ـ حديد المحول له مواصفات خاصة وفيه نسبة (٤٪) سيليسيوم.

٤ ـ عدم وجود أي ثغرة أو انقطاع في الدارة المغناطيسية.

٥ ـ قياس الصفائح أو مقطع الدارة المغناطيسية متناسب مع استطاعة المحول والتردد وجودة الصفائح.

كيف يعمل المحول؟



عندما نغير عدد اللفات في الوشيعتين يتغير توتر المدخل والمخرج للمحول بنفس النسبة

مفاقيد المحول:

وهي الاستطاعة الضائعة في المحول وتنقسم إلى:

أ ـ مفاقيد نحاسية: تضيع داخل ملفات المحول باعتبارها نواقل يجتازها التيار، ولها مقاومة أومية. وتتحول هذه المفاقيد إلى حرارة في ملفات المحول الإبتدائية والثانوية. وإذا كان المحول بدون حمل فتكون شدة التيار الثانوي معدومة وبالتالي تنحصر المفاقيد فقط في ملفات الإبتدائي وتكون صغيرة لإن شدة التيار الإبتدائي صغيرة جداً ويدعى التيار المار فيها بتيار المغنطة.

ب ـ مفاقيد حرارية: وهي المفاقيد المغناطيسية في الصفائح وكذلك تيارات فوكو الإعصارية. وهذه المفاقيد تتناسب مع وزن وجودة الحديد وسماكة الصفائح والعزل بينها ومجموع المفاقيد النحاسية والحديدية يفترض أن تكون نسبتها أصغر ما يمكن من استطاعة المحول وتصل إلى حوالي (٣٪) في المحولات الكبيرة الجيدة ــ أي أن مردود المحول يكون (٩٧٪) في أفضل الأحوال. وفي المحولات الصغيرة الاستطاعة فالمردود من (٩٠ ـ ٩٥٪)، أي:

الاستطاعة الضائعة = الاستطاعة الضائعة في المفاقيد النحاسية + الاستطاعة الضائعة في المفاقيد الحديدية

عهـض = عهـن + عهـح

وتقدر بالواط أو الفولت أمبير (VA)

استطاعة المحول:

من المعلوم أن قانون الاستطاعة عهـ = ف × سهـ

وبما أن للمحول توتر وتيار إبتدائي وتوتر وتيار ثانوي فله استطاعتان وتحسب بالفولت أمبير (VA) أو بالكيلوفولت أمبير (KVA) .

أ ـ استطاعة الدخل: وهي استطاعة الملف الإبتدائي وتحسب بالقانون:

استطاعة الدخل = التوتر الإبتدائي × التوتر الثانوي

عـه_د = ف_ب × سه_ب
ف ؛ = فولت × أمبير
A × V = VA

ب ـ استطاعة الخرج: وهي استطاعة الملف الثانوي وتحسب بالقانون:

استطاعة الخرج = التوتر الثانوي × الشدة الثانوية

عـه_خ = ف_ثا × سه_ثا
ف ؛ = فولت × أمبير
A × V = VA

وتكون استطاعة الدخل أكبر من استطاعة الخرج نظراً لوجـود مفاقيد أو استطاعة ضائعة كما ذكرنا (نحاسية + حديدية).

ومنه :

عـه_المفاقيد = عـه_د − عـه_خ
ف ؛ = ف ؛ − ف ؛
VA − VA = VA

مردود المحـول:

لكل جهـاز أو آلـة مـردود معين وكلمـا كـان كبـيراً كـان المحـول أفضـل والمحولات الصغيرة مردودها يتراوح من ٩٠ ـ ٩٥٪. بينما الكبيرة تصل إلى ٩٧٪ ويحسب مردود المحول كما يلي:

المردود ٪ = (عـه_د ÷ عـه_خ) × ١٠٠

أنواع المحولات الأحادية:

١ ـ **محول عادي**: له ملف إبتدائي وملف ثانوي كل منهما منفصل عن الآخر. له نقطتا توصيل للإبتدائي ونقطتا توصيل للثانوي.

٢ ـ **محول متعدد المآخذ**: لهذا المحول عدة نقاط توصيل في الإبتدائي وفي الثانوي وبذلك يمكن تغذية المحول بتوترات متعددة، ويعطي الثانوي توترات متعددة أيضاً كما في الشكل:

مثال: محول توتر الإبتدائي ٢٢٠/١١٠ فولت

توترالثانوي ١٢/٩/٦ فولت

ونقطة التوصيل تخرج من عدد اللفات المناسب لهذا التوتر.

فإذا عرفنا عدد لفات الفولت يمكن حساب عدد اللفات المناسب لكل توتر مع إضافة لفات التعويض المناسبة لكل توتر في الثانوي.

ففي المحول السابق إذا كان عدد لفات الفولت (٣ لفة) مثلاً يكون عدد اللفات كما يلي: حتى ١١٠ فولت = ٣٣٠ لفة

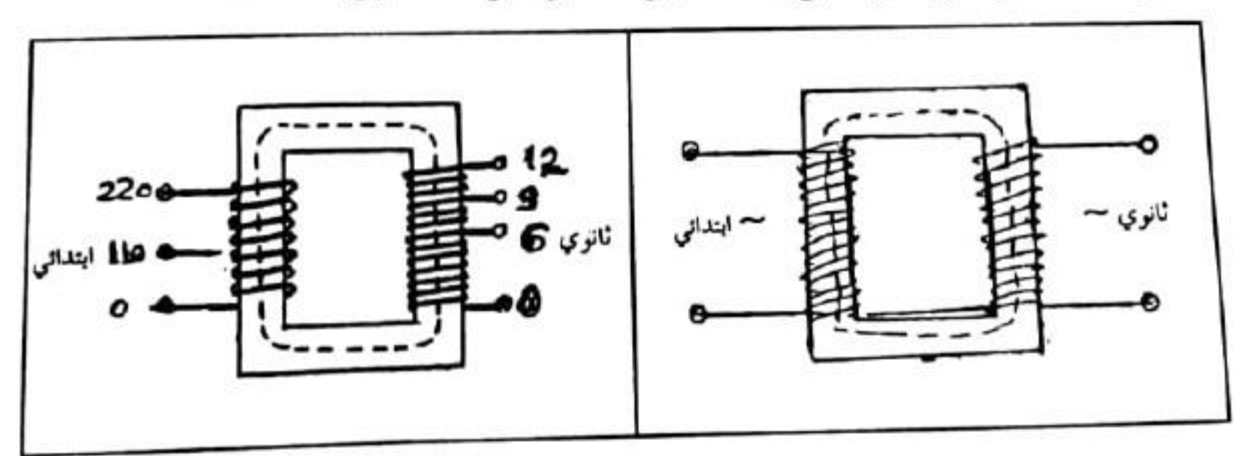
حتى ٢٢٠ فولت = ٦٦٠ لفة

وفي الثانوي: حتى ٦ فولت = ١٨ لفة + ١ لفة تعويض = ١٩ لفة

حتى ٩ فولت = ٢٧ لفة + ٢ لفة تعويض = ٢٩ لفة

حتى ١٢ فولت = ٣٦ لفة + ٣ لفة تعويض = ٣٩ لفة

ولفات التعويض تكون من ٦ ـ ٨٪ وقد جبر جزء اللفة إلى لفة كاملة.



محول متعدد المآخذ

الابتدائي ٢٢٠/١١٠ ف

الثانوي ١٢/٩/٦ ف

محول عادي

٣ ـ **المحول الذاتي (أوتوترنسفورمر)**: هذا المحول لا يحتوي إلا على ملف واحد يغذى بتوتر الشبكة ويمكن توصيله من نفس الملف للحصول على التوتر الثانوي المنخفض. وقد يكون محول خفض أو محول رفع وكل منهما فيه ملفات مشتركة، وبذلك يحقق توفيراً في الأسلاك النحاسية لسببين رئيسيين وهما:

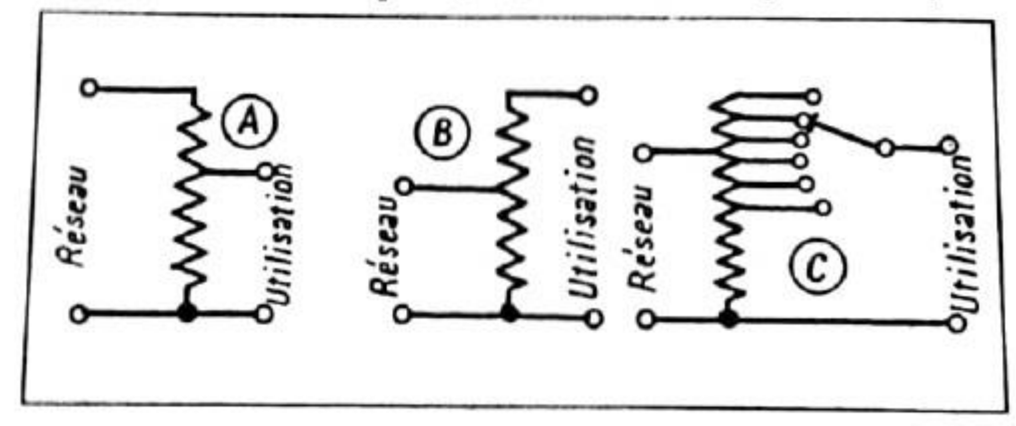
أ ـ إلغاء الملف الثانوي والإكتفاء بعدد من اللفات إذا كان محول رفع للوتر بما يناسب فقط فرق التوتر الثانوي عن الإبتدائي.

ب ـ تخفيف مقطع سلك الملف المشترك لأن التيار الذي يجتازه هو الفرق بين التيارين الثانوي والإبتدائي.

ويكون الوفر أعظمياً إذا كان المحول الذاتي توتره الثانوي ضعف التوتر الإبتدائي أو نصفه أي نسبة التحويل (٢ أو $\frac{1}{2}$).

المحول الذاتي المتعدد المخارج:

وهو نفس المحول الذاتي ولكنه يحتوي على عدة نقاط في المخرج ليمكن اختيار التوتر المناسب للآخذة. وخاصة إذا كان التوتر الإبتدائي يتغير بين انخفاض وارتفاع.



محولات ذاتية : (A) محول خفض ـ (B) محول رفع ـ (C) محول متعدد المخارج

المحول الذاتي ذو الذراع الدوار:

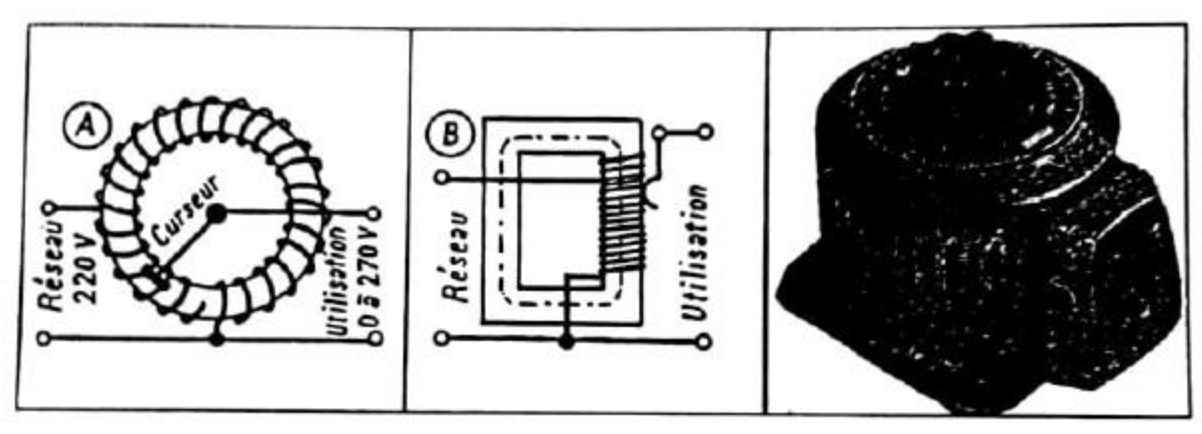
له دارة مغناطيسية بشكل اسطواني تحتوي على الملفات، وله ذراع دوار فيه مسفرة (فحمة) تلامس أطراف الملفات من الأعلى أو الأسفل وهي معراة من الورنيش، وبذلك يمكن اختيار عدد اللفات المناسب، وللمحول لوحة مرقمة ومؤشر يشير إلى التوتر الثانوي الذي يخرج من هذا المحول.

ويمكن أن يكون له عدة توترات في المدخل مثل (١١٠/٢٢٠ ف).

وهذا المحـول المتغير التوتر يدعى (فاريـاك) يستخدم في فحص وتجريب المنظمات الكهربائية. فهو ضروري في كل ورشة تصنيع أو بيع المنظمات كما يفيد في إجراء الاختبارات على الأجهـزة الكهربائيـة لتتبع عملها في التوتـرات المختلفـة واختيار الأفضل عند اختيار المواصفات الفنية للأجهزة الكهربائية.

كما يفيد في تجارب الكهرباء والفيزيـاء لإمكانيـة الحصـول على توانرات مختلفـة وهـو غالي الثمن نسبياً ويتوفر باستطاعات مختلفة (٣٥٠ ـ ٥٠٠ ـ ١٠٠٠ ـ ٢٠٠٠ ف أ) وأكثر.

وهناك نوع من المنظمات الأتوماتيكية يعمل على نفس مبدأ المحـول الذاتـي الدوار وله محرك ودارة إلكترونية للحصول على التوتر المنتظم المطلوب.



مخطط عمل محول ذاتي دوار متغير الفولت

محول ذاتي متغير الفولت بمنزلقة

محول ذاتي دوار متغير الفولت
الابتدائي ٢٢٠ ف
الثانوي .:. ـ ٢٧٠ ف
(صنع فرنسي)

❁ ❁ ❁

المحولات الثلاثية الطور

يتألف المحول الثلاثي الطور من الأجزاء التالية:

١ ـ دارة مغناطيسية ثلاثية أعمدتها متساوية القياس كما في الشكل.

٢ ـ ثلاثة ملفات إبتدائية متماثلة يصلها التوتر الإبتدائي.

٣ ـ ثلاثة ملفات ثانوية متماثلة تعطي التوتر الثانوي.

٤ ـ لوحة أو أطراف توصيل الملفات الإبتدائية والثانوية ليمكن توصيلها بشكل نجمي أو مثلثي. أو توصيل آخر يدعى (زكزاك) لبعض المحولات.

٥ ـ أجزاء مكملة مثل الغلاف الخارجي المعدني ذو الزعانف وفيه زيت التبريد والعزل ـ خزان الزيت الإضافي ـ عجلات التحريك ـ غطاء الغلاف وبينهما جوانات عزل التسرب ـ حلقات الحمل والنقل.

٦ ـ عناصر تهوية أو تبريد المحول ـ مراوح ـ دارة تبريد مائية...

٧ ـ أجزاء تعيير وضبط التوتر الإبتدائي أو الثانوي بنسبة ± ٢,٥ ـ ٥٪ بواسطة حركة يدوية بشرط عدم وجود توتر على المحول.

توزيع الملفات في المحول الثلاثي:

يمكن لف الملفات الثانوية والإبتدائية فوق بعضها وعلى نفس البكرة مع وجود العازل المناسب بينهما، ويمكن أن تكون الملفات بجانب بعضها البعض مع وجود عازل حاجز بينها، (الشكل) ويكون العازل بينها كبيراً وقوياً في المحولات الكبيرة ويفيد ذلك في تحسين التهوية للملفات.

وفي المحولات الكبيرة الاستطاعة والمستخدمة في التوتر العالي فيوزع الملف الواحد على عدة بكرات لخفض توتر العزل ولتوزيع شدة التيار في كل ملف على أكثر من عمود في الدارة المغناطيسية.

توصيل الملفات في المحول الثلاثي:

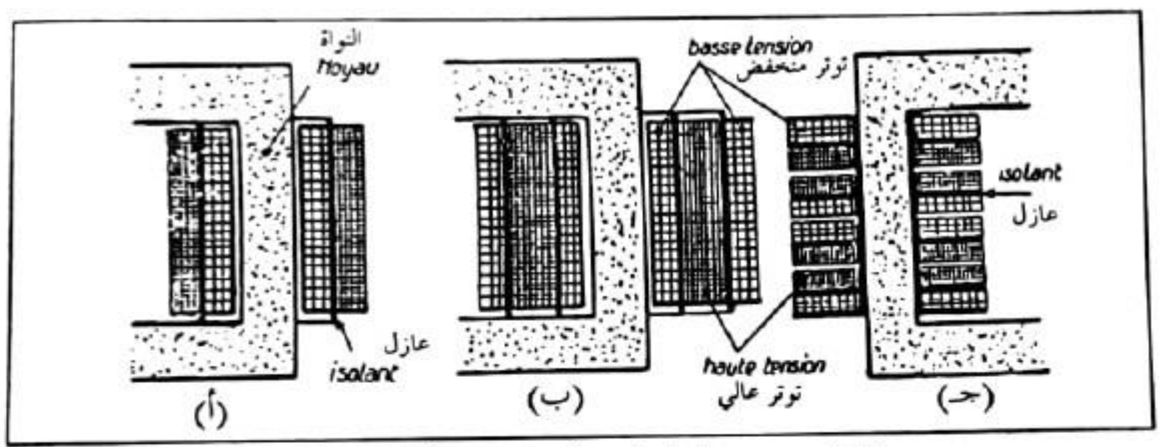
في المحولات الصغيرة الاستطاعة يوجد لوحتان للتوصيل ـ لوحة لتوصيل الأطراف الإبتدائية ولوحة لتوصيل الأطراف الثانوية. وكل لوحة فيها ست (٦) نقاط كما في المحرك الثلاثي. (كل ثلاث نقاط على صف واحد).

o	o	o
o	o	o

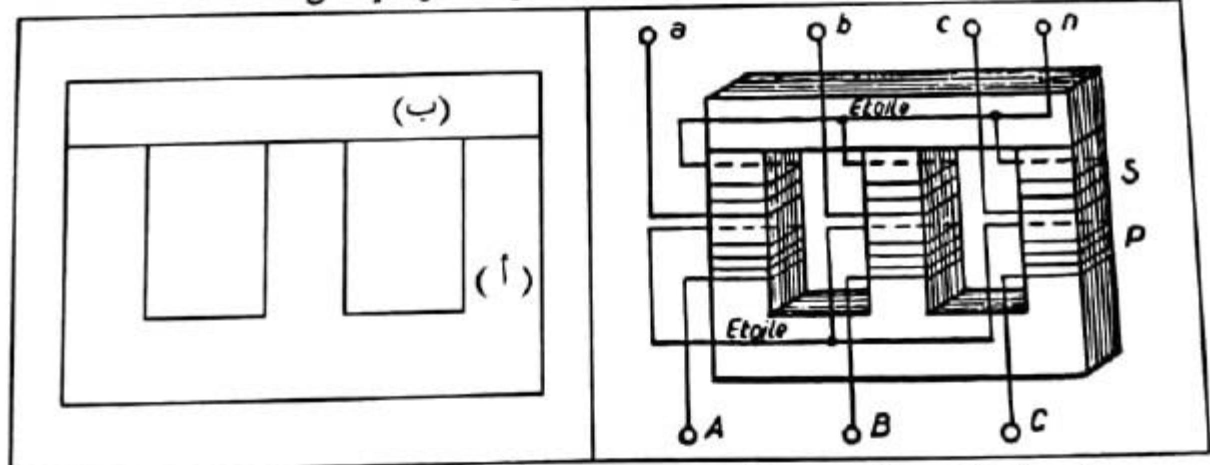
توصل بدايات الملفات الإبتدائية على طرف والنهايات على الطرف الآخر بحيث لا تقابل كل بداية ملف نهايته - وتوصل أطراف الثانوي بنفس الطريقة على اللوحة الثانية - وهذه الطريقة تعطي إمكانية توصيل كل جانب بشكل نجمي Y أو مثلثي Δ (دلتا).

وفي المحولات الكبيرة المستخدمة في شبكات التوزيع فيتم التوصيل المطلوب داخل المحول وتخرج الأطراف الثلاثة (٣ فازات) أو الأربعة (مع خط الحيادي «النتر») إلى خارج المحول.

تحدد أطراف توصيل الملفات الإبتدائية بأحرف كبيرة C - B - A والثانوية بأحرف صغيرة a - b - c .

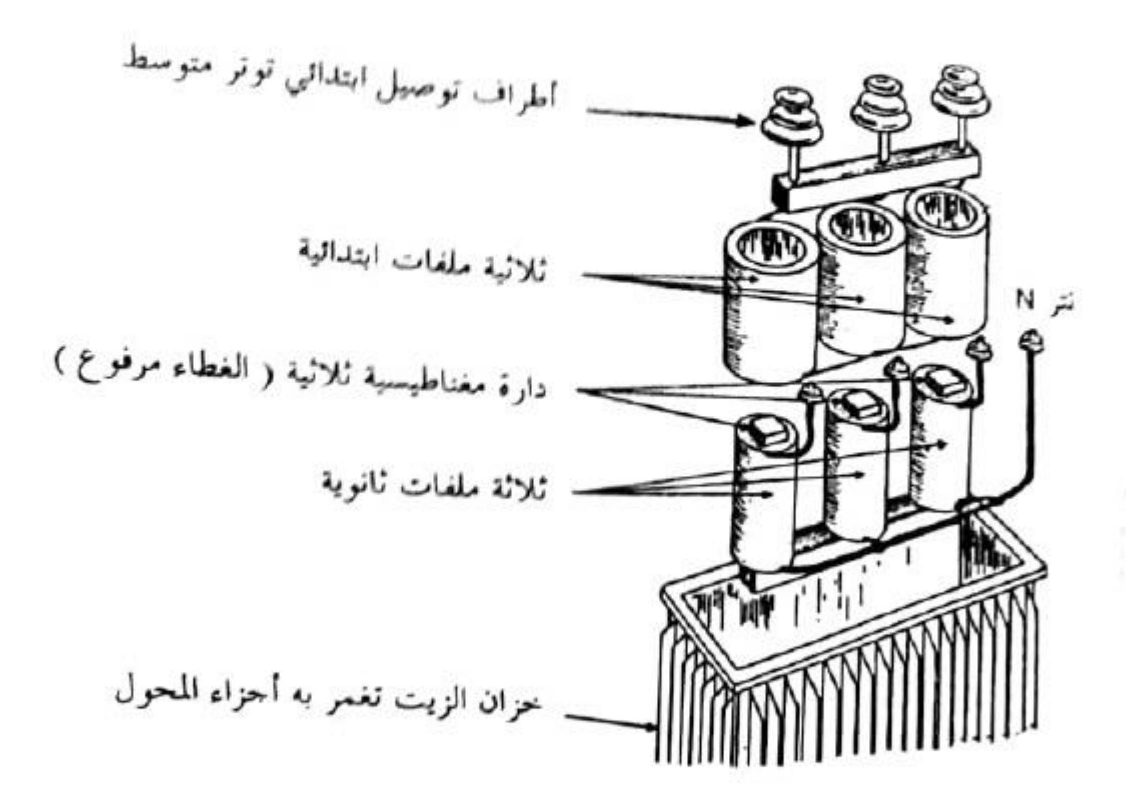


توزيع الملفات في محول ثلاثي أ - الملفات فوق بعضها بملفين.
ب - الملفات فوق بعضها ثلاث ملفات. جـ - الملفات بجانب بعضها
لاحظ وجود العازل القوي بين الملفات وبين النواة في كل الحالات



صفيحة دارة مغناطيسية لمحول ثلاثي
(أ) الصفيحة الرئيسية. (ب) الحافظة
الأعمدة متساوية القياس

مبدأ محول ثلاثي الطور توصيله Y/Y



التوصيل النجمي Y : (ستار):

وفي هذا التوصيل توصل بدايات الملفات أو نهاياتها مع بعضها البعض وتغذى من الطرف الآخر. ونجد أن التوتر الواصل إلى كل ملف أو الخارج منه يساوي التوتر البسيط :

$$\text{أي} = \frac{\text{التوتر بين فازين}}{\sqrt{٣}} = \frac{\text{التوتر المركب}}{١,٧٣}$$

وبهذا التوصيل يخرج خط الحيادي (النتر) من نقطة النجمي وذلك لتغذية المشترك المنزلي وأجهزة الإنارة.

التوصيل المثلثي Δ (دلتا) (D):

توصل نهاية كل ملف مع بداية الملف الآخر وذلك بوضع ثلاث قطع نحاسية متوازية كما في الشكل ويكون التوتر الواصل لكل ملف هو التوتر المركب نفسه (التوتر بين فازين) ولا يوجد نقطة لتوصيل الخط الحيادي.

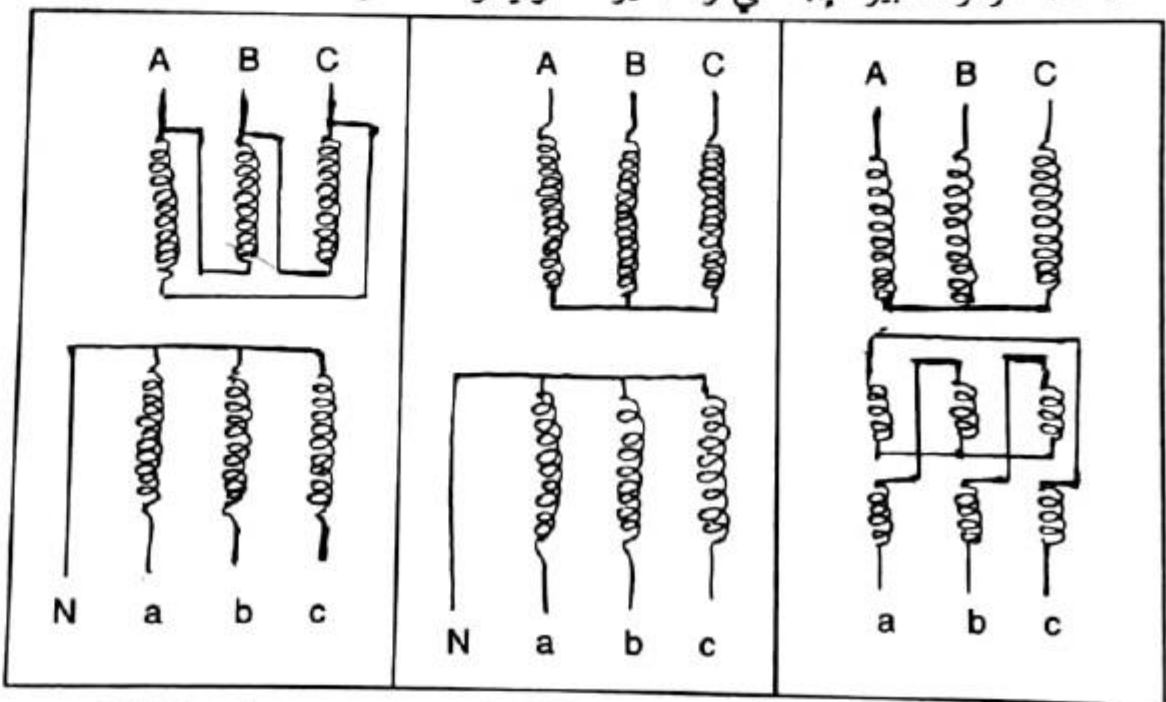
مثال: إذا فرضنا في محول ثلاثي أن كل ملف في الإبتدائي أو الثانوي يتحمل ٢٢٠ فولت فنجد أن إمكانية التوصيل والتوتر في كل طرف كما يلي:

وإذا كان المحول نسبة تحويله ن فنضرب التوتر الثانوي بنسبة التحويل.

جدول التوصيل والتوتر في محول ثلاثي كل ملف يتحمل ٢٢٠ف فقط

توصيل الإبتدائي	توصيل الثانوي	التوتر الإبتدائي	التوتر الثانوي	التوتر الثانوي إذا كانت نسبة التحويل ن
Y	Y	٣٨٠ ف	٣٨٠ ف	يرفع أو يخفض بمقدار نسبة التحويل في عدد اللفات
Y	Δ	٣٨٠ ف	٢٢٠ ف	يفيد في محولات الخفض
Δ	Δ	٢٢٠ ف	٢٢٠ ف	يرفع أو يخفض بمقدار نسبة التحويل في عدد اللفات
Δ	Y	٢٢٠ ف	٣٨٠ ف	يفيد في محولات الخفض

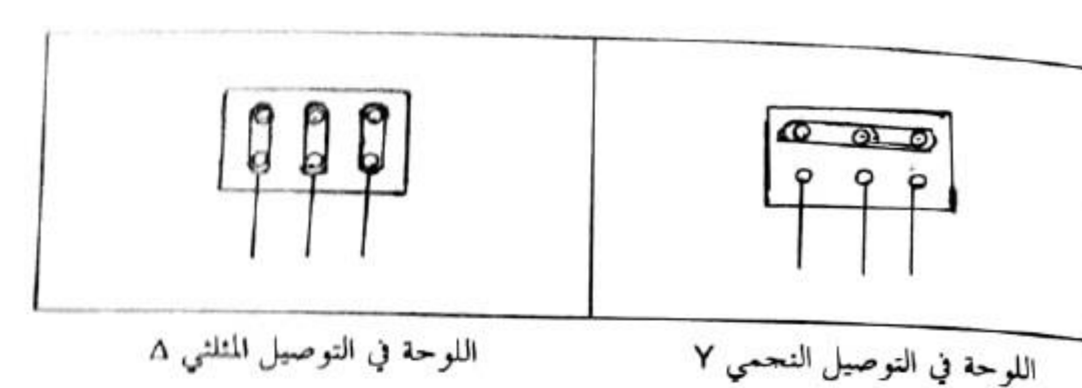
ملاحظة الرمز الكبير للإبتدائي والصغير للثانوي وكذلك إذا استخدمت الأحرف



توصيل محول ثلاثي Z/Y
نجمي / زكزاك متعرج
أي كل نصفي ملف على عمود فالملف يقسم قسمين كل قسم على عمود في الدارة المغناطيسية ويدعى وصل زكزاك أو وصل متعرج

توصيل محول ثلاثي
Y/Y
نجمي/نجمي

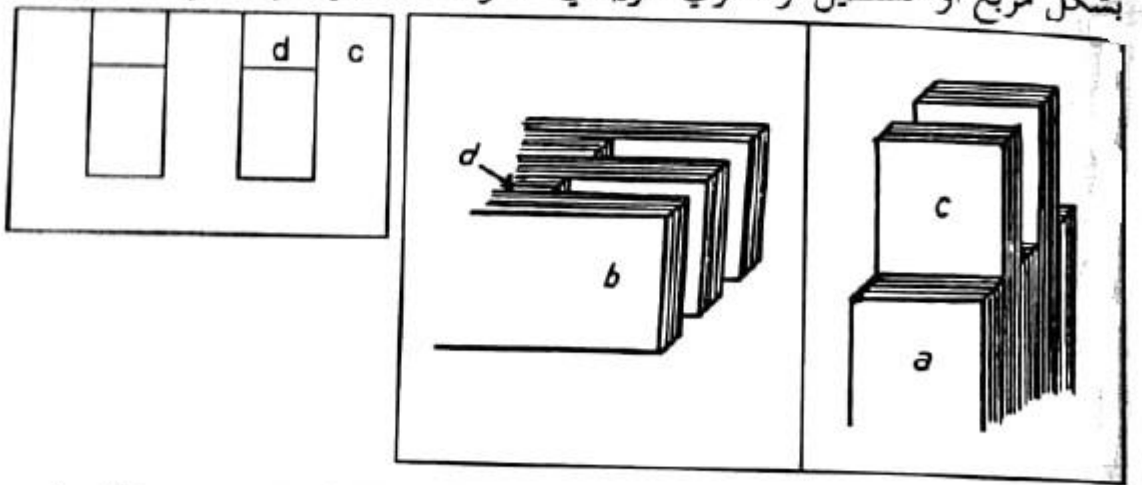
توصيل محول ثلاثي
Y/Δ
مثلثي/نجمي



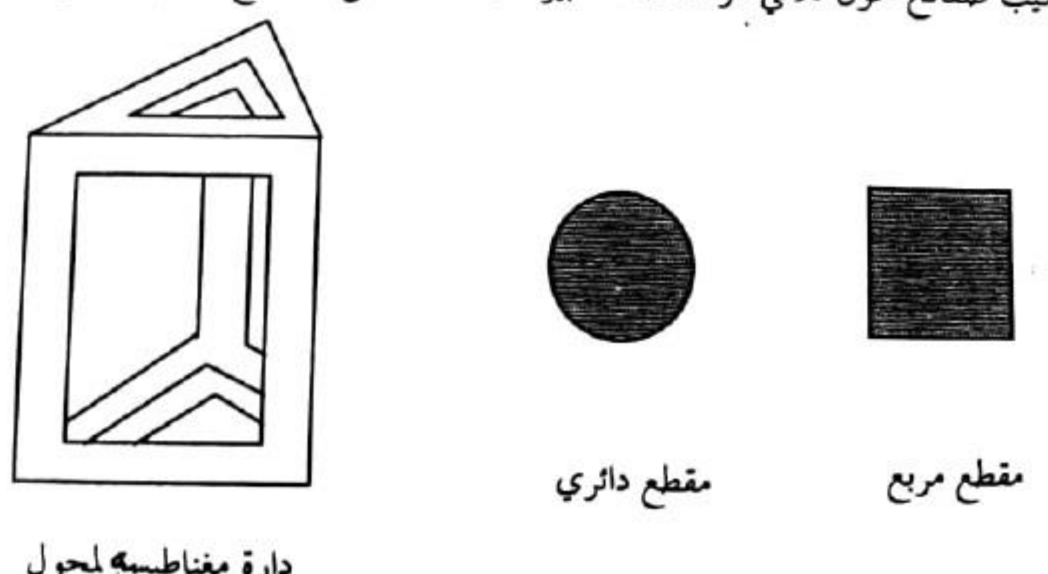
اللوحة في التوصيل النجمي ٧   اللوحة في التوصيل المثلثي ٨

أنواع وشكل الدارة المغناطيسية في المحول الثلاثي:

لقد ذكرنا أن الدارة المغناطيسية للمحول الثلاثي تتكون من ثلاثة أعمدة متساوية والدارة من صفائح الحديد السيليسي الرقيقة. ويكون مقطع كل عمود بشكل مربع أو مستطيل أو دائري تقريباً في المحولات الكبيرة. (كما في الشكل).



تركيب صفائح محول ثلاثي ذو استطاعة كبيرة. لاحظ تداخل الصفائح حسب الأحرف



مقطع مربع   مقطع دائري

دارة مغناطيسيه لمحول

استطاعة المحول الثلاثي:

تقاس بالفولت أمبير (VA) أو بالكيلوفولت أمبير (KVA) كما في الأحادي وتحسب كما يلي:

استطاعة الدخل = $\sqrt{3}$ × التوتر الإبتدائي بين فازين × الشدة في أحد الفازات للإبتدائي

$$ع_د = ١,٧٣ × ف_ب × س_ب$$

استطاعة الخرج = $\sqrt{3}$ × التوتر الثانوي بين فازين × الشدة في أحد الفازات للثانوي

$$ع_خ = ١,٧٣ × ف_ن × س_ن$$

إن الاستطاعة الحقيقية بالواط تتناسب مع عامل الاستطاعة للأحمال أما مردود المحول الثلاثي فله نفس قانون مردود المحول الأحادي.

تهوية وتبريد المحولات:

يتعرض المحول لارتفاع حرارته بسبب المفاقيد المختلفة مما يؤدي إلى خفض مردود المحول وتعرض مواده العازلة للتلف سواء بين ملفاته أو عازل أسلاك الملفات. وتنقسم هذه المفاقيد إلى:

أ ـ **مفاقيد نحاسية:**

في أسلاك الملفات بسبب مقاومتها الأومية التي تحسب بالقانون:

$$م = \frac{ن × ل}{ع}$$

حيث م مقاومة الملف الأومية

ن المقاومة النوعية للأسلاك Ω/مم²/مم

ل طول الملف بالمتر

ع مقطع سلك الملف بالمم²

وتدعى مفاقيد بفعل جول وتتحول إلى حرارة وتحسب استطاعتها بالقانون:

$$ع = م × س^2$$

حيث ع الضياع الحراري بالواط

م مقاومة الأسلاك الأومية بالأوم

س شدة التيار في الملف

ب ـ مفاقيد حديدية (في الدارة المغناطيسية):

بسبب التحريض المغناطيسي وتيارات فوكو الإعصارية تتولد الحرارة في الحديد. لذلك يجب إتباع الطريقة المناسبة لخفض حرارة المحول بحيث لا تتجاوز درجة معينة وهذه الطرق هي:

١ ـ التهوية الطبيعية بالهواء: يوضع المحول في الهواء الطلق بحيث لا يقل سطح التهوية عن (١٥ سم² لكل واط) من مفاقيد المحول.

وهذه الطريقة تستخدم في المحولات التي تقل استطاعتها عن (٣٥ ك ف أ)

٢ ـ الغطس بالزيت: يغمر المحول كاملاً بملفاته ودارته المغناطيسية في زيت خاص داخل وعاء معدني ذو زعانف لزيادة سطح التهوية وتقوية العازلية، ويعمل الزيت على نقل الحرارة من داخل الملفات إلى السطح الخارجي للزيت ثم إلى الغلاف المعدني، ويشكل بذلك دارة متحركة يرتفع فيها الزيت الساخن إلى الأعلى ليحل مكانه زيت أبرد وهذه الطريقة تستخدم مع الطرق الأخرى في المحولات المتوسطة والكبيرة الاستطاعة.

٣ ـ التهوية الإصطناعية بالمراوح: يجهز المحول ذو الاستطاعة الكبيرة بمروحة أو أكثر تعمل بشكل أوتوماتيكي عند ارتفاع حرارة المحول فتؤمن تبريد المحول بشكل سريع وجيد وخاصة عند وصول المحول إلى ما يقارب من حمله الكامل. وقد يمرر الزيت نفسه في أنابيب ليتخللها الهواء العادي أو من المراوح فيعجل ذلك في تبريد الزيت ومن ثم يعود إلى المحول.

٤ ـ التبريد بدارة مائية: تجتاز أنابيب الماء زيت المحول فتعمل على زيادة سرعة تبريده، ويوجد مضخة تدفع دارة الماء في الأنابيب بشكل سريع.

٥ ـ التبريد بدارة غازية تتخلل زيت المحول فيعمل الغاز على زيادة فعالية وسرعة التبريد.

ملاحظة: إن زيت المحولات من الزيوت الخاصة التي يجب أن تتوفر فيها شروط محددة من ناحية متانة العزل، وانعدام الرطوبة، ودرجة اللزوجة أو السيولة والحرارة النوعية ودرجة الإشتعال والتبخر وغير ذلك.

استخدام المحولات:

١ ـ محولات استطاعة تستخدم في شبكات نقل القدرة الكهربائية لرفع أو خفض التوتر وفي تغذية الآخذات بالتوتر المناسب. وهي ذات استطاعات صغيرة ومتوسطة وكبيرة. وذات توترات مختلفة.

أ ـ مثال محولات من توتر متوسط إلى توتر منخفض.

التوتر المتوسط (MT): (٥,٥ ـ ١٠ ـ ١٥ ـ ٢٠ ـ ٣٠ ك ف).

التوتر المنخفض (BT): (٢٣٠ و ٣٩٨ فولت) والذي يعتبر توتر (٢٢٠/٣٨٠ ف) بعد انخفاضه نتيجة وجود الأحمال.

الاستطاعة: (٥ ـ ١٠ ـ ١٦ ـ ٢٥ ـ ٤٠ وحتى ٢٠٠٠ ك ف أ)

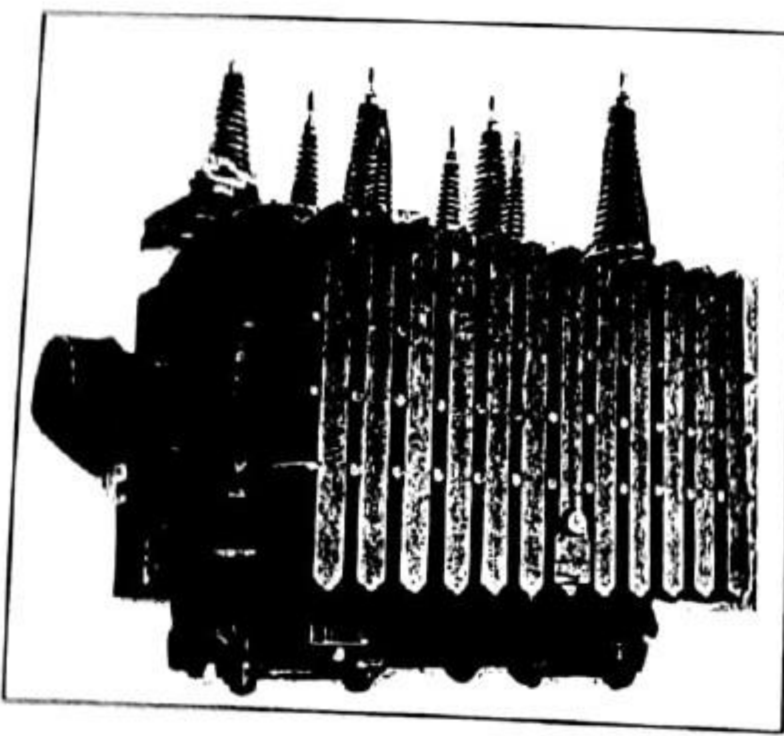
ب ـ مثال محولات التوتر العالي HT والتوتر العالي جداً THT وتستخدم للشبكات الطويلة المسافة وهي:

من (٤٥ إلى ٩٠ ك ف) ومن (١٥٠ ـ ٤٢٠ ك ف) ومن (٩٠ ـ ٤٢٠ ك ف)

والتوترات العالية (H.T) حسب النظام الفرنسي هي (٣٠ ـ ٤٥ ـ ٦٣ ـ ٩٠ك ف)

والتوترات العالية جداً (T.H.T) حسب النظام الفرنسي هي (١٥٠ ـ ٢٢٥ ـ ٣٨٠ ـ ٤٢٠ك ف)

وتصل استطاعتها إلى (٦٠٠٠٠ ك ف أ) (60000 KVA) وأكثر كما في الشكل.



محول ثلاثي استطاعته (٦٠٠٠٠) كيلوفولت أمبير ٩٠/٢٢٠ك ف

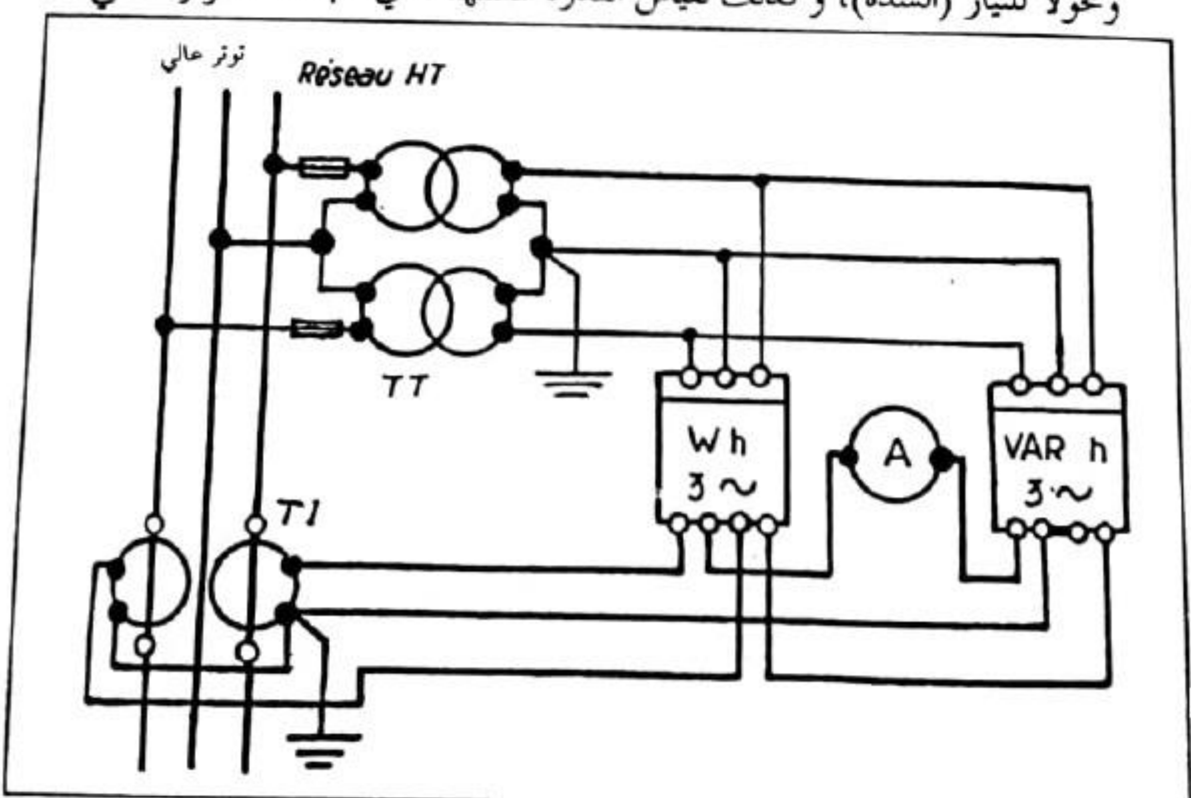
٢ ـ **محولات القياس**: نظراً لعدم إمكانية وصل المقاييس بالتوتر العالي لقياس التوتر الشدة ـ الاستطاعة والقدرة، لذلك يستخدم محول خفض يصل ملفه الإبتدائي مع الشبكة والثانوي مع جهاز القياس ويدرج المقياس مع مراعاة عامل القراءة ونسبة تحويل المحول. وتكون محولات القياس ذات استطاعة صغيرة نسبياً.

مواصفات محولات القياس:

١ ـ **محول التوتر**: لقياس التوتر الأعلى من (٦٠٠ فولت) ـ وتتراوح استطاعتها من (٥ ـ ١٥٠٠ ف أ) وتعطي توتراً ثانوياً من (١٥٠ ـ ٢٥٠ فولت).

٢ ـ **محول الشدة**: طرفه الإبتدائي عبارة عن ناقل التوتر العالي، أما الثانوي فهو ملف يعطي تياراً منخفضاً يتراوح بين (٥ ـ ١٠ A) توصل إلى مقياس الأمبير، وتدرج لوحة الجهاز لتظهر الشدة الحقيقية في الشبكة. وقد يكون المحول ضرورياً رغم عدم وجود شدة تيار كبيرة في الشبكة ولكن بسبب التوتر العالي الذي لا يتحمله جهاز القياس.

٣ ـ **محول الاستطاعة وقياس القدرة**: يتطلب قياس الاستطاعة الكبيرة محولاً للتوتر ومحولاً للتيار (الشدة)، وكذلك لقياس القدرة المستهلكة في شبكات التوتر العالي.



استخدام محولات قياس التوتر والتيار والاستطاعة في شبكات التوتر العالي والمتوسط

TT محول قياس التوتر　　　TI محول قياس شدة التيار



← محول قياس التوتر العالي حتى ٣٠ ك ف يستخدم لقياس التوتر والاستطاعة والقدرة



محول قياس شدة التيار ← يدخل فيه ناقل مستطيل المقطع حامل للتيار المتناوب المطلوب قياسه ـ توصل نقطتا التوصيل الظاهرتين إلى مقياس أمبير عادي

محولات دارات التقويم:

إن دارة التقويم تتألف من ثنائي (ديود) أو أكثر تقوم التيار المتناوب إلى مستمر تقريباً ويستخدم المحول في دارة التقويم الخاصة بشاحن المدخرات وفي تغذية الأجهزة الإلكترونية مثل راديو ـ مسجلة ـ تلفزيون... وفي بعض دارات التحكم الكهربائي أو الإلكتروني. ولهذه المحولات توترات مختلفة وكذلك استطاعات متناسبة مع العمل المخصصة له.

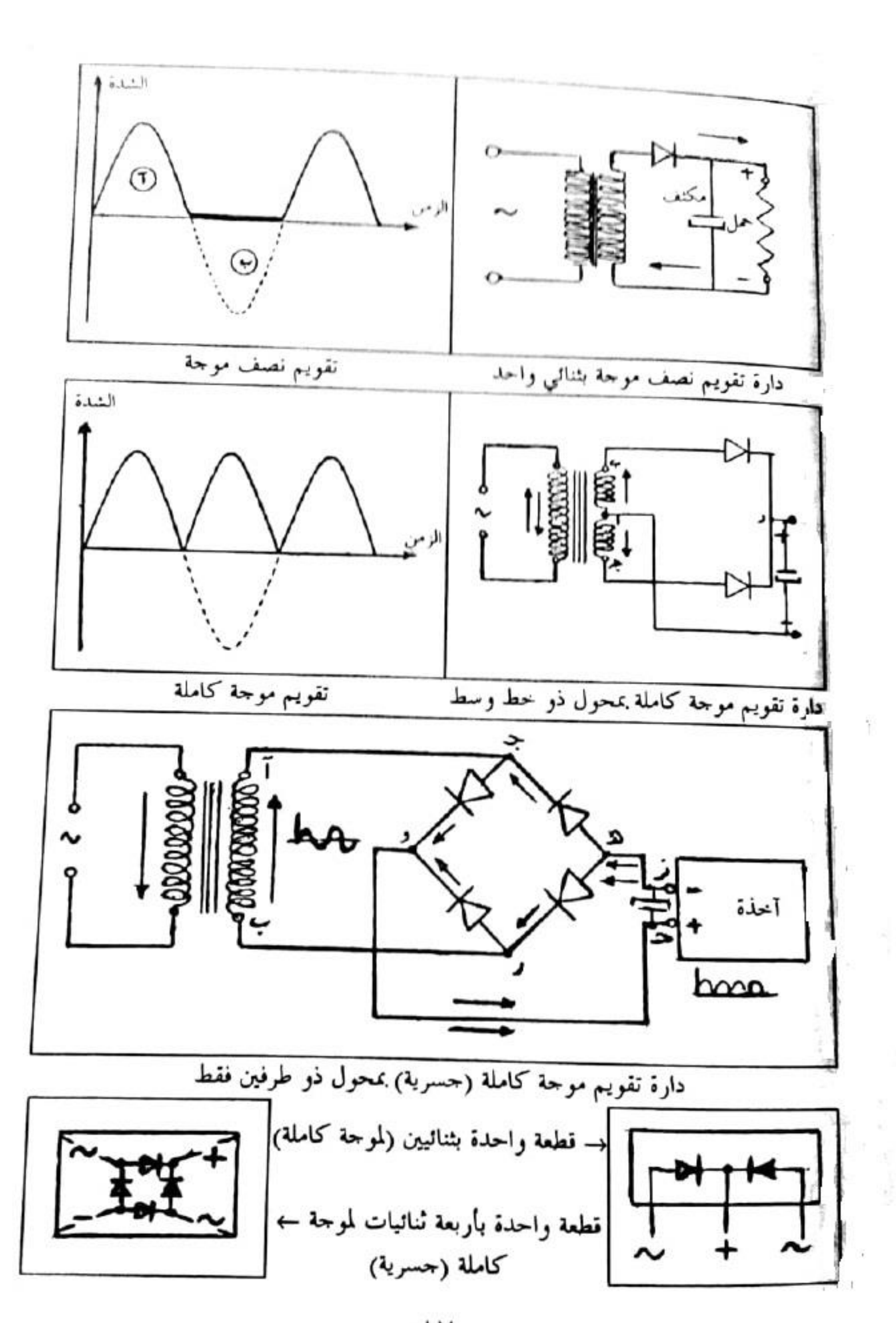
ويكون التوتر الإبتدائي (١١٠ أو ٢٢٠) أو ذو عدة أطراف(١١٠ ـ ٢٠٠ ـ ٢٢٠ ـ ٢٤٠ فولت).

ويكون التوتر الثانوي (٣ ـ ٦ ـ ٩ ـ ١٢ ـ ٢٤... فولت).

أ ـ محول نصف موجة: مخرجه الثانوي الواصل إلى دارة التقويم مكون من خطين يحملان التوتر المطلوب. مع مراعاة أن دارة التقويم ترفع قليلاً من التوتر المتناوب حين نقومه إلى تيار مستمر وخاصة التوترات الأعلى من ٣ فولت وتحتاج دارة التقويم نصف موجة إلى ثنائي واحد أو ٤ ثنائيات تشكل ما يدعى دارة تقويم جسرية.

ب ـ محول موجة كاملة: ويتطلب أن يكون الملف الثانوي له ثلاث نقاط لكل توتر نود تقويمه. ونقطة المنتصف تقع في منتصف عدد اللفات حيث تكون نقاط تقويم (٦ فولت) موجة كاملة (٦ ـ ٠ ـ ٦ ف) وإذا قسنا بين الطرفين نجد أن التوتر (١٢ فولت) كما في الشكل.

ملاحظة: يضاف إلى دارة التقويم دارة التصفية اللازمة المكونة من مكثف كيميائي أو مكثفين أو مكثف وملف أو مكثف ومقاومة وغير ذلك.



تقويم نصف موجة

دارة تقويم نصف موجة بثنائي واحد

تقويم موجة كاملة

دارة تقويم موجة كاملة بمحول ذو خط وسط

دارة تقويم موجة كاملة (جسرية) بمحول ذو طرفين فقط

← قطعة واحدة بثنائيين (لموجة كاملة)

قطعة واحدة بأربعة ثنائيات لموجة ← كاملة (جسرية)

تصميم المحول الأحادي

المعلومات التي يجب معرفتها قبل البدء بتصميم المحول:

١ ـ استطاعة المحول بالفولت أمبير وتحسب من مجموع استطاعة الآخذات التي سيغذيها المحول، والتي من الممكن أن تعمل في وقت واحد مع إضافة (٢٥ - ٥٠٪) على الاستطاعة كاحتياطي وتعويض المفاقيد المختلفة.

٢ ـ التوتر الابتدائي وهو توتر الشبكة التي ستغذي المحول.

٣ ـ التوتر الثانوي وهو التوتر الإسمي للآخذات ويفضل إضافة ٥٪ على التوتر الثانوي لتعويض هبوط التوتر عند تشغيل الأحمال على المحول.

٤ ـ تردد الشبكة بالهرتز أو سيكل/ثانية أو ذبذبة/ثانية وهو (٥٠ هرتز) في سورية.

٥ ـ عدد ساعات العمل اليومية ودرجة الحرارة ونوع التهوية وذلك لأخذها بعين الاعتبار عند حساب مقطع سلك الملفات وكثافة التيار والتي تتراوح بين (٢ ـ ٥ A/مم[٢]).

أما المعلومات التي يجب حسابها لتنفيذ وصنع المحول فهي:

١ ـ أبعاد الدارة المغناطيسية. وهو حساب مقطع الدارة المغناطيسية وعرض اللسان وسماكة الدارة المغناطيسية أو عدد الصفائح.

وتستخدم في المحول صفائح نموذج EI سماكة (٠,٥مم) غالباً وعند معرفة أبعاد الدارة المغناطيسية يمكن شراء البكرة المناسبة أو تصميمها وصنعها من الفيبر أو البيكاليت.

٢ ـ عدد لفات الفولت ومنها نحسب عدد لفات الإبتدائي ـ الثانوي ـ التعويض.

٣ ـ مقطع وقطر السلك الإبتدائي.

٤ ـ مقطع وقطر السلك الثانوي.

٥ ـ طريقة التهوية أو التبريد اللازمة للمحولات الكبيرة.

القوانين المبسطة لحساب معلومات المحول:

١ ـ حساب مقطع الدارة المغناطيسية:

إن مقطع الدارة المغناطيسية يقصد به مساحة الجزء الذي يدخل في بكرة المحول وهو بشكل مربع أو مستطيل غالباً وضلعاه هما = عرض اللسان × سماكة الدارة المغناطيسية ويحسب بالسم[٢] ويتناسب طرداً مع جودة الصفائح ومع استطاعة المحول وعكساً مع التردد كما يلي:

$$\text{مقطع الدارة المغناطيسية (بالسم}^{2}\text{)} = \text{عدد ثابت من ٦ - ١٠ حسب جودة الصفائح} \times \sqrt{\frac{\text{الاستطاعة (ف أ)}}{\text{التردد (هرتز)}}}$$

أو

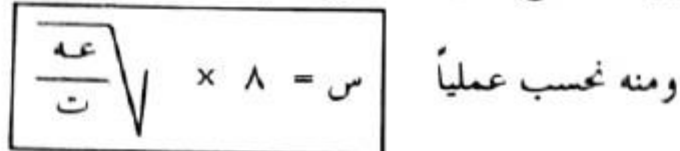
$$\text{س (سم}^{2}\text{)} = \text{ثا (٦ - ١٠)} \times \sqrt{\frac{\text{عه (ف أ)}}{\text{ت (هرتز)}}}$$

ففي الصفائح الممتازة نضع رقم ٦

وفي الصفائح الجيـدة نضع رقم ٨

وفي الصفائح المتوسطة نضع رقم ١٠

ومنه نحسب عملياً



$$\text{س} = ٨ \times \sqrt{\frac{\text{عه}}{\text{ت}}}$$

٢ ـ حساب عرض اللسان :

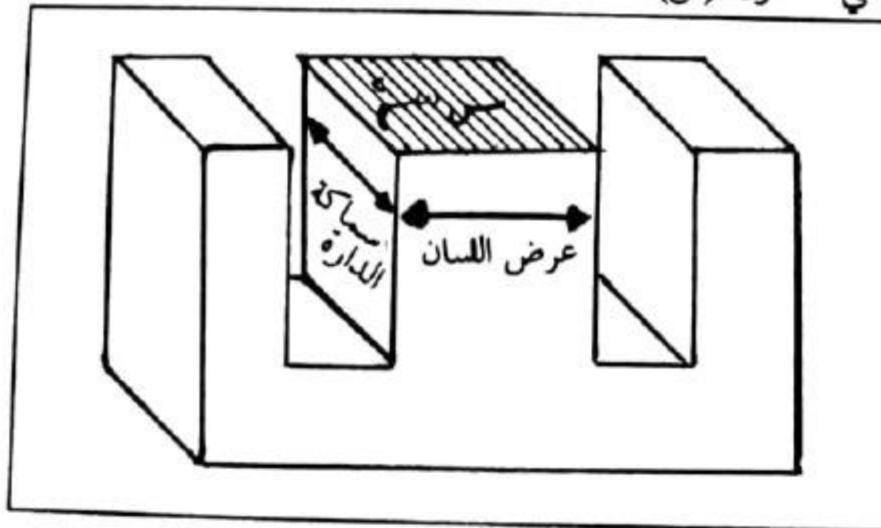
وإذا فرضنا أن أفضل شكل لمقطع الدارة المغناطيسية بشكل مربع فيكون:

$$\text{عرض اللسان} = \sqrt{\text{س}}$$

ونبحث عن أقرب الصفائح من هذا القياس مع اعتبار أن:

طول الصفيحة = ٣ أضعاف عرض اللسان في نوع EI

وإذا لم نجد نفس القياس نبحث عن أقرب قياس للصفـائح فـإذا كـان أطـول نقلل من سماكة الدارة وإذا كان أصغر نزيد من سماكة الدارة بحيث يكون مقطع الدارة المغناطيسية الفعلي مساوياً (س).



حساب مقطع الدارة المغناطيسية (س بالسم²) للمحول الأحادي

٣ ـ حساب سماكة الدارة المغناطيسية:

يجب زيادة سماكة الدارة بمقدار ٢٠٪ وذلك لتعويض الفراغ وسماكة العازل بين الصفائح وتعويض الضياع في سماكة عازل البكرة.

وبذلك تحسب سماعة الدارة المغناطيسية كما يلي:

$$\text{سماكة الدارة المغناطيسية} = \frac{\text{س}}{\text{عرض اللسان}}$$

سماكة الدارة المغناطيسة مع التعويض ٢٠٪ = سماكة الدارة المغناطيسية × ١,٢

٤ ـ عدد صفائح الدارة:

$$\text{عدد الصفائح} = \frac{\text{سماكة الدارة المغناطيسية الحقيقية}}{\text{سماكة الصفيحة الواحدة}}$$

وهي (٠,٥مم) غالباً

ب ـ عدد لفات الفولت: تحسب عملياً بالقانون:

$$\text{عدد لفات الفولت} = \frac{\text{من ٤٠ إلى ٥٠}}{\text{س (سم}^2\text{)}}$$

ويتناسب الرقم حسب جودة اللف وسماكة عازل البكرة

$$\text{ويمكن أخذ الرقم الوسطي وهو} = \frac{٤٥}{\text{س}}$$

عدد لفات الإبتدائي = عدد لفات الفولت × التوتر الإبتدائي

عدد لفات الثانوي = عدد لفات الفولت × التوتر الثانوي

$$\text{عدد لفات التعويض} = \text{عدد لفات الثانوي} \times \frac{\text{٥ إلى ٧}}{١٠٠}$$

عدد لفات الثانوي الكلية = عدد لفات الثانوي + لفات التعويض

جـ ـ حساب مقطع وقطر سلك الملف الإبتدائي:

يتناسب مقطع السلك مع شدة التيار المارة فيه وكذلك مع كثافة التيار التي يتحملها الناقل.

$$\text{لذلك نحسب شدة التيار الإبتدائي} = \frac{\text{استطاعة الدخل (ف أ)}}{\text{التوتر الإبتدائي (فولت)}}$$

ونستخرج مقطع السلك الإبتدائي بالقانون ع (مم^2) = $\frac{\text{س (A)}}{\text{ك (A/مم}^2\text{)}}$

ويمكن القبول بالكثافة من ٣ ـ ٤ A/مم^2 للمحولات الصغيرة الاستطاعة وكلما كانت الكثافة أقل كان الناقل ذو مقطع أكبر وهذا أفضل عملياً رغم زيادة الكلفة.

ملاحظة: في المحول الذاتي تكون شدة التيار في الملف المشترك تساوي الفرق بين التيارين الأعظمين للإبتدائي والثانوي.

$$\text{قطر السلك الإبتدائي (مم)} = \sqrt{\frac{\text{المقطع (مم}^2\text{)}}{3.14}} \times 2$$

$$\text{ق} = \sqrt{\frac{\text{ع}}{3.14}} \times 2$$

ـ حساب مقطع وقطر سلك الملف الثانوي:

تحسب شدة التيار الثانوي بالعلاقة التالية:

$$\text{س}_{\text{ثا}} = \frac{\text{عه}_{\text{خ}}}{\text{ف}_{\text{ثا}}}$$

ويحسب مقطع السلك كما في الإبتدائي $\text{ع} = \frac{\text{س}}{\text{ك}}$

وبنفس الطريقة نحسب قطر السلك الثانوي.

ملاحظة: يمكن الاستعانة بالجدول الخاص بتصميم المحولات توفيراً للوقت والعمليات الحسابية. فيعطينا الجدول التالي قياس الصفائح وسماكة الدارة وعدد الصفائح وعدد لفات الفولت... وغيرها من المعلومات لمحول ما بعد تعيين الاستطاعة المطلوبة.

(جدول المعلومات الأساسية لصنع المحولات المتوسطة الاستطاعة)

نموذج الصفائح	الاستطاعة ف أ	قياس الصفيحة		عدد الصفائح		مقطع الدارة سم²	عدد اللفات للفولت	وزن النحاس كغ	المردود %	كثافة التيار A العظمى/مم²
		الطول مم	السماكة مم للدارة	سماكة ٠,٥	سماكة ٠,٣٥					
EI 70	٢٥	٧٠	٢١,٧	٣٩	٥٨	٣,٣٢	١٠,٤٢	٠,٢٢	٨٣٪	٢,٩
EI 92	٩٥	٩٢	٣٣,٥	٦٠	٨٥	٦,٩٣	٥,٠٢	٠,٥٩	٨٩٪	٢,٦
EI 106	١٢٥	١٠٦	٣٣,٥	٦٠	٨٥	٨,٧٤	٣,٩٨	٠,٦٩	٩٠٪	٢,٥
–	٢٥٠	–	٣٧,٧	٦٨	٩٧	٩,٨٢	٢,٩٢	١,٧	٩١٪	٢,٢
EI 130	٣٢٠	١٣٠	٤١,٧	٧٥	١٠٧	١٣,٢	٢,٣١	٢,٠	٩٢٪	٢,١
–	٣٧٠	–	٤٧,٧	٨٧	١٢٤	١٥,٠	٢,٣١	٢,٩	٩٢٪	١,٨
EI 150	٤٥٠	١٥٠	٥١,٧	٩٤	١٣٤	١٨,٦	١,٨٦	٣,٢	٩٣٪	١,٧
–	٥٥٠	–	٦١,٧	١١٢	١٦٠	٢٢,٢	١,٥٦	٣,٥	٩٣٪	١,٦
EI 170	٧٥٠	١٧٠	٦٦,٧	١٢٠	١٧٢	٢٧,٠	١,٢٨	٥,٠	٩٤٪	١,٥
–	٨٥٠	–	٧٦,٧	١٣٨	١٩٧	٣١,١	١,١١	٥,٦	٩٤٪	١,٤
EI 195	١٠٠٠	١٩٥	٥٧,٧	١٠٢	١٤٦	٢٨,٦	١,٢١	٧	٩٤٪	١,٣٥
–	١٢٥٠	–	٧٠,٧	١٢٦	١٨٠	٣٥,٠	٠,٩٩	٧,٩	٩٤٪	١,٢٥
–	١٥٠٠	–	٨٥,٧	١٥٣	٢١٩	٤٢,٤	٠,٨١	٨,٧	٩٥٪	١,١٥
EI 231	١٧٥٠	٢٣١	٦٤,٧	١١٧	١٦٧	٣٧,٩	٠,٩١	١١,٥	٩٥٪	١,١٠
–	٢٠٠٠	–	٨٠,٧	١٤٦	٢٠٩	٤٧,٢	٠,٧٣	١٢,٢	٩٥٪	١,٠٥
–	٢٥٠٠	–	٩٩,٧	١٨٠	٢٥٨	٥٨,٥	٠,٥٩	١٤,٥	٩٥٪	١

الجدول من كتاب فسترمان حسب المصطلحات الالمانية ص ١٧٨

مثال عملي:

احسب المعلومات اللازمة لتصميم محول أحادي استطاعة ١٠٠٠ف أ توتره الإبتدائي ٢٣٠ فولت والتوتر الثانوي ١٢٠ فولت (محول ذاتي) يعمل على تردد ٥٠ هرتز كثافة التيار في الملفات لا تتجاوز ٣ A/مم². علماً بأن الصفائح المتوفرة قياس EI طول ١٥٠مم أو طول ١٧٠مم سماكة ٠,٥مم.

١ ـ حساب الدارة المغناطيسية (مقطع الدارة المغناطيسية) $س = ٨ \times \sqrt{\frac{عه}{ت}}$

$$= ٨ \times \sqrt{\frac{١٠٠٠}{٥٠}} = ٣٥,٧ \text{ سم}^٢$$

عرض اللسان (إذا فرضنا مقطع الدارة مربع) $\sqrt{٣٥,٧}$ = ٥,٩٧ سم

طول الصفيحة المطلوب ٥,٩٧ × ٣ = ١٧,٩ سم = ١٧٩ مم

باعتبار عرض اللسان $\frac{١}{٣}$ طول الصفيحة نوع EI

إذن نعتمد صفائح قياس ١٧٠ مم

عرض الصفيحة المعتمد $\frac{١٧٠}{٣}$ = ٥٦,٦ مم = ٥,٦٦ سم

سماكة الدارة المغناطيسية المطلوب ٣٥,٧ ÷ ٥,٦٦ = ٦,٣ سم

سماكة الدارة المغناطيسية ٦,٣ × ١,٢ = ٧,٥٦ سم = ٧٥,٦ مم

(بعد تعويض ٢٠٪ على السماكة)

عدد الصفائح سماكة ٠,٥ مم ٧٥,٦ ÷ ٠,٥ = ١٥١ صفيحة

٢ ـ عدد لفات الفولت = $\frac{٤٥}{س}$ = $\frac{٤٥}{٣٥,٧}$ = ١,٢٦ لفة/فولت

عدد لفات الإبتدائي ١,٢٦ × ٢٣٠ = ٢٩٠ لفة (وهي اللفات الكلية للمحول)

عدد لفات الثانوي ١,٢٦ × ١٢٠ = ١٥١ لفة

عدد لفات التعويض $\frac{١٥١ \times ٦}{١٠٠}$ = ٩ لفة

عدد لفات الثانوي الكلية (مع التعويض) ١٥١ + ٩ = ١٦٠ (وهي الملف المشترك)

٣ ـ حساب مقطع وقطر الملفات

استطاعة دخل المحول $\frac{١٠٠ \times ١٠٠٠}{٩٠}$ = ١١١١ ف أ

إذا فرضنا المردود ٩٠٪

شدة التيار الإبتدائي $\frac{١١١١}{٢٣٠}$ = ٤,٨٣ أمبير

مقطع سلك الملف الابتدائي إذا كانت الكثافة المقبولة ٣ A/مم^{٢}

$\frac{٤,٨٣}{٣}$ = ١,٦١ مم^{٢}

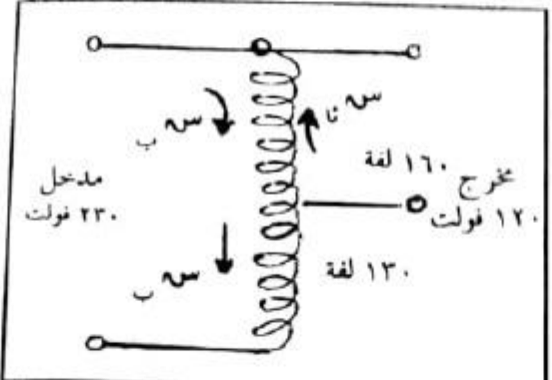
قطر سلك الملف الإبتدائي $\sqrt{\frac{١,٦١}{٣,١٤}}$ × ٢ = ١,٤٣ م = ١٤,٣ ديزيم

شدة التيار الثانوي = $\frac{عهـ خ}{فـ ثا}$ = $\frac{١٠٠٠}{١٢٠}$ = ٨,٣٣ A

فرق شدة التيار (التيار المار في الملف المشترك) = ٨,٣٣ − ٤,٨٣ = ٣,٥ A (لأن المحول ذاتي)

مقطع السلك المشترك $\frac{٣,٥}{٣}$ = ١.١٦ A

قطر السلك المشترك $\sqrt{\frac{١,٦١}{٣,١٤}}$ × ٢ = ١,٢ مم = ١٢ ديزيم



ويمكن لف كل الملف بقطر السلك ١٤ ديزيم لتجنب وجود وصلات وقياسات متعددة.

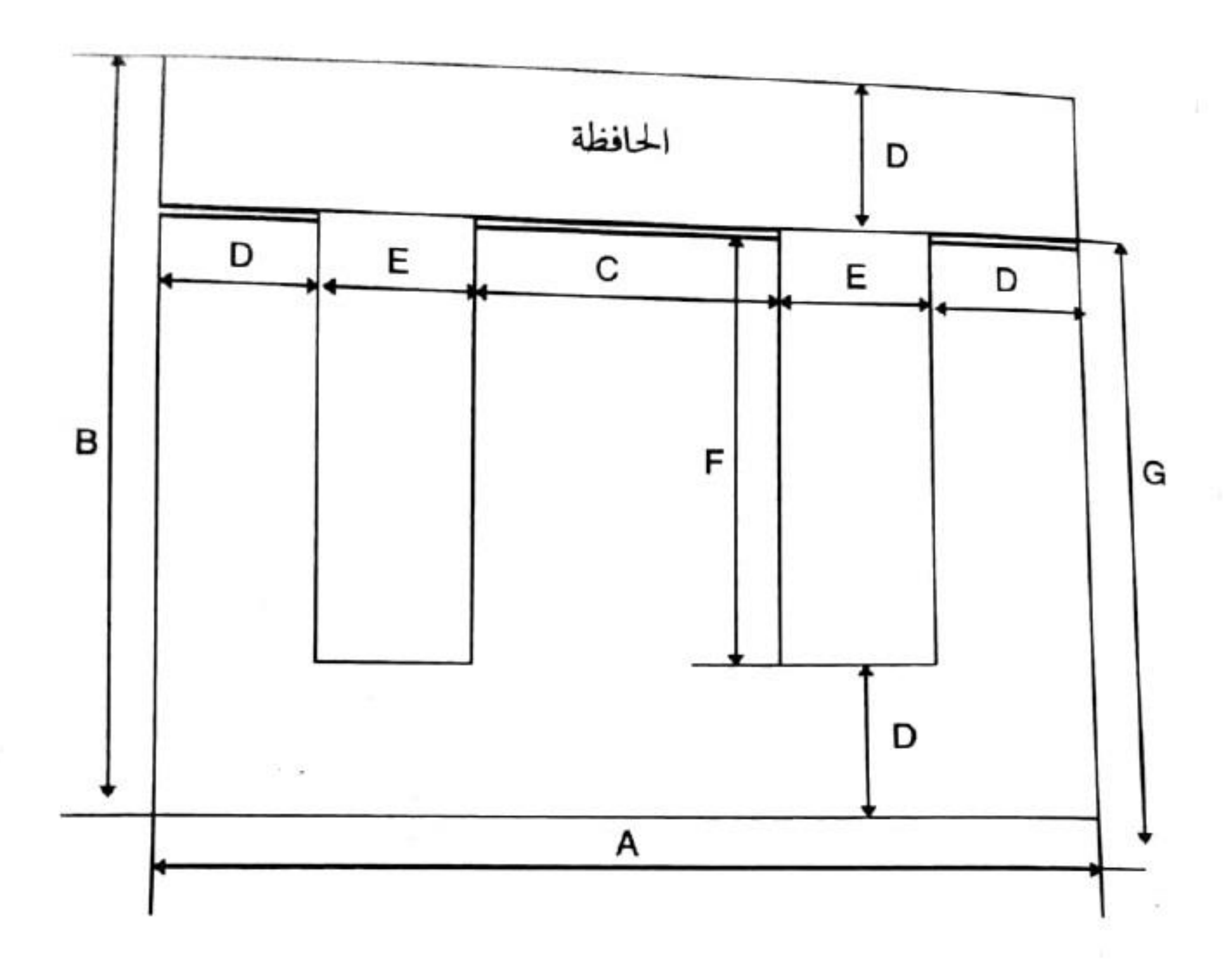
جدول قياسات صاج المحولات المتوفر وأبعادها نوع EI سماكة ٠,٥ مم

قياس الحديد مم	الطول A سم	العرض B سم	عرض اللسان C سم	الفراغ E	طول اللسان F	عرض الصفيحة G بدون حافظة
٢٠٠×٢٤٠	٢٤	٢٠	٨	٤	١٢	١٦
١٥٠×١٨٠	١٨	١٥	٦	٣	٩	١٢
١٢٥×١٥٠	١٥	١٢,٥	٥	٢,٥	٧,٥	١٠
١٠٥×١٢٦	١٢,٦	١٠,٥	٤,٢	٢,١	٦,٣	٨,٤
٩٠×١٠٨	١٠,٨	٩	٣,٦	١,٨	٥,٤	٧,٢
٨٠×٩٦	٩,٦	٨	٣,٢	١,٦	٤,٨	٦,٤
٧٠×٨٤	٨,٤	٧	٢,٨	١,٤	٤,٢	٥,٦
٦٢×٧٥	٧,٥	٦,٢	٢,٥	١,٢٥	٣,٧٥	٥
٥٠×٦٠	٦	٥	٢	١	٣	٤

ونلاحظ أن عرض اللسان = $\frac{١}{٣}$ طول الصفيحة وطول اللسان = ١,٥ عرض اللسان

وعرض كل عمود = $\frac{١}{٦}$ طول الصفيحة

وعرض كل فراغ = $\frac{١}{٦}$ طول الصفيحة



شكل الصفيحة نموذج EI وقياساتها (انظر الجدول)

صنع بكرة المحول

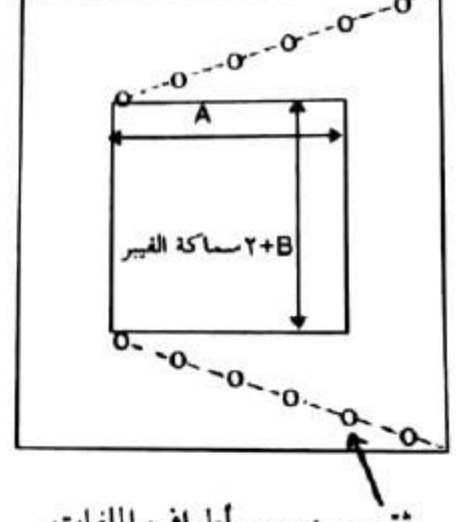
إن وظيفة بكرة المحول هو احتواء الملفات الإبتدائية والثانوية معزولة عن بعضها وعن حديد المحول ويجب أن تحقق الشروط التالية:

١ - قياسها متناسب مع مقطع الدارة المغناطيسية بحيث لا تكون أصغر أو أكبر.

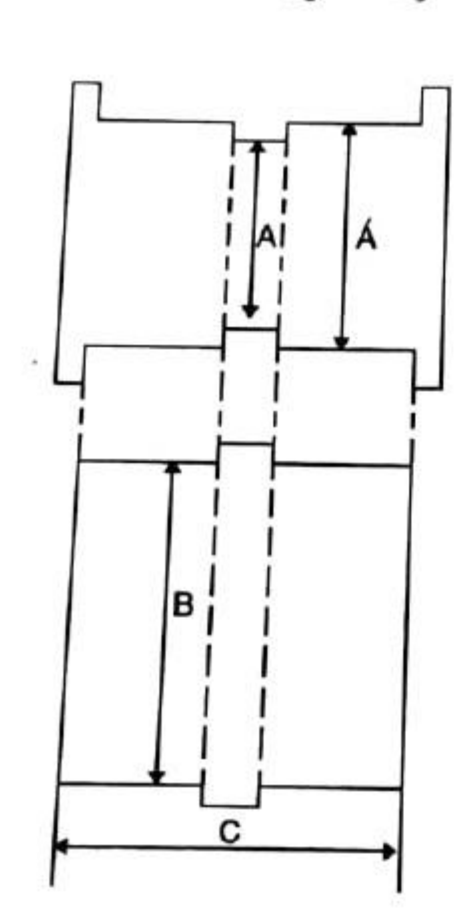
٢ - تصنع من مادة عازلة وصلبة وتتحمل الحرارة والرطوبة ويستخدم لذلك الفيبر أو البيكاليت أو البلاستيك الحراري في المحولات الصغيرة.

٣ - يزداد تماسكها مع اللف.

٤ - لا تحتوي أي مواد لاصقة قد تعجل في احتراق المحول.



ثقوب خروج أطراف الملفات



A - عرض اللسان + (١ - ٢) مم

B - سماكة الدارة المغناطيسية

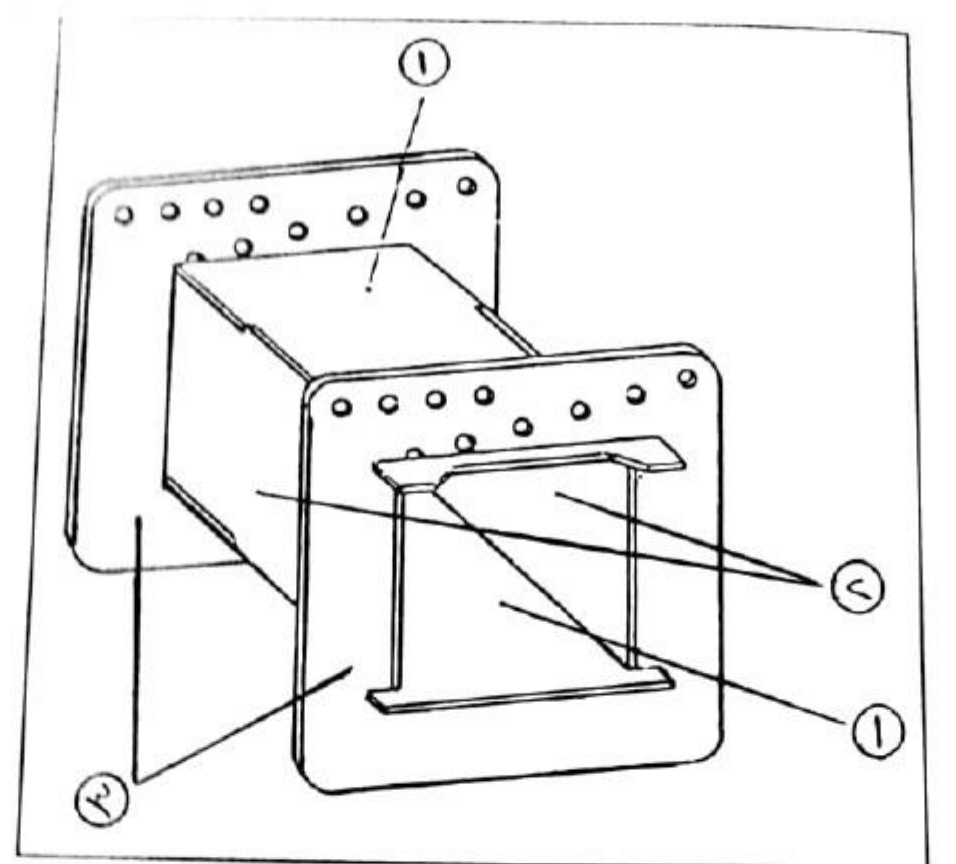
C - طول اللسان - (١ - ٢) مم

Á - عرض اللسان A + ٢ (سماكة الفيبر)

نموذج صنع بكرة محول من فيبر أو بيكاليت

١ - كل جزء قطعتين.

٢ - يستخدم مقص خياطة أو مشرط لتشكيل الفيبر اللين ويستخدم منشار ومبرد ومثقب لتشكيل البيكاليت القاسي.



نموذج بكرة محول فيبر أو بيكاليت مركبة من ٦ قطع كل قطعتين متقابلتين متماثلتين
١ ـ السطح الداخلي كل قطعة لها بروز من الطرف لتثبيت جدار البكرة.
٢ ـ السطح الداخلي يعشق مع السطح ١.
٣ ـ الجدارين مع ثقوب خروج الأطراف وتثبيتها.

ورنشة المحول:

يفضل بعد لف المحول وتركيب الصفائح ورصها وتثبيتها أن نغطس المحول في ورنيش ساخن لفترة كافية ليتغلغل الورنيش داخل الملفات وفي فراغات الدارة المغناطيسية ثم يرفع ويترك ليتساقط الورنيش الزائد ثم يوضع في فرن خاص ليجف الورنيش أو يترك في أشعة الشمس أو تحت مصباح لنفس الغاية.

إن فائدة الورنشة ـ كما في المحرك ـ هي تغطية أماكن تخرش العازل وتحسين التبادل الحراري بين الملفات والهواء الخارجي وحماية الملفات من دخول نقاط الماء أو الرطوبة. وكذلك في تماسك الصفائح ومنعها من الاهتزاز وإصدار صوت أزيز.

أعطال المحول: يتعرض المحول للأعطال لعدة أسباب منها:

١ - زيادة الحمل في الملف الثانوي.

٢ - ارتفاع توتر الإبتدائي.

٣ - تلامس بين ملفات الإبتدائي والثانوي أو بين الملفات والحديد.

٤ - ارتفاع حرارة المحول بسبب التشغيل الطويل ونقص التهوية أو التبريد.

٥ - تسرب الماء أو الرطوبة إلى الملفات.

٦ - قصر بين بعض ملفات الإبتدائي أو مع ملفات الثانوي مما يرفع حرارة اللفات المقصورة ويتلف العازل.

٧ - انقطاع في الملفات الداخلية.

٨ - عكس المحول وتغذية الملف الثانوي بالتوتر الأعلى بدل الإبتدائي، علماً أن المحول قابل للعكس، أي يمكن تغذية الثانوي بالتوتر المناسب له فيعطي الإبتدائي التوتر الخاص به مع بعض النقص نظراً لوجود لفات التعويض في الملف الأول.

كشف الأعطال في المحول:

١ - يستخدم مجال الأوم لفحص استمرارية الملفات وكشف انقطاعها وخاصة الملفات ذات الأسلاك الصغيرة القطر مثل محولات الجهد العالي أو الصغيرة الإستطاعة.

ويجب ملاحظة أن المحول الذاتي تتصل أطرافه الإبتدائية والثانوية أي تعطي مقاومة صغيرة في كل الأطراف أما المحول العادي فملفاته الإبتدائية منفصلة كهربائياً عن الملفات الثانوية.

٢ - يستخدم مقياس الفولت للتأكد من التوتر الثانوي بعد فصل الأحمال ومع وجودها ويكون فرق التوتر بين الحالتين صغيراً.

٣ - يستخدم مقياس أمبير أو ميلي أمبير لقياس شدة تيار اللاحمل في الملف الإبتدائي ويكون صغيراً ما أمكن.

٤ - في المحولات الثلاثية يجب التأكد من التوصيل في الإبتدائي والثانوي وكذلك وجود الفازات الثلاث وجهودها المتساوية في المدخل وفي المخرج.

ووجود التماثل في الملفات الثلاث للإبتدائي والثانوي.

مع ملاحظة أن خطأ توصيل بداية عوضاً عن نهاية لملف منها يؤدي لعدم صحة التوصيل والتوتر. ويعطل المحول بسبب تعاكس المغناطيسية في الملف المعكوس وله طريقة خاصة للتوصيل ليتحقق التطابق مع المحولات الثلاثية الأخرى في الشبكة.

الفصل الثالث

المنظمات الكهربائية

المنظم وهبوط التوتر:

المنظم الكهربائي هو جهاز يعمل على رفع أو خفض توتر الشبكة ليجعله دائماً مناسباً للتوتر الاسمي للآخذات (١١٠ أو ٢٢٠ فولت) بطريقة يدوية أو آلية. وغالباً ما يكون المنظم رافعاً لجهد الشبكة لأن توتر الشبكة يتعرض للهبوط في الحالات التالية:

١ ـ يزداد الهبوط كلما زادت المسافة بين المستهلك ومركز التوزيع (زيادة مقاومة الخطوط).

٢ ـ يزداد الهبوط كلما زادت شدة تيار الحمل.

وبذلك يظهر أن التوتر يختلف بين ساعة وأخرى ويوم وآخر، ففي المناطق السكنية يزداد الهبوط في ساعات التشغيل المسائية وفي أيام الحر أو البرد الشديد الذي يستدعي تشغيل أجهزة التكييف والتبريد أو أجهزة التسخين والتدفئة. وأيام العطل والأعياد يختلف الاستهلاك عن بقية الأيام.

وفي المناطق الصناعية يزداد هبوط التوتر في ساعات العمل ثم يعود التوتر قريباً من النظامي عند انتهاء ساعات العمل.

ويحسب هبوط التوتر بالقانون التالي:

Δ ف	=	م	×	س	× ٢
فولت		أوم		أمبير	

حيث Δ ف = هبوط التوتر في الخطوط (فولت)

م = مقاومة الخط (أوم)

س = شدة التيار في الخط (أمبير)

ومن المعلوم أن مقاومة الخط م = $\frac{ن \times ل}{ع}$

حيث : ن = المقاومة النوعية لمعدن الخط أوم/مم^2/م. ل = طول الخط (متر)
ع = مقطع الخط (مم^2).

أنواع المنظمات:

١ ـ منظمات يدوية. (ذات مقياس فولت ومبدلة رفع أو خفض التوتر حسب اللزوم).
٢ ـ منظمات نصف آلية (تعطي إنذار عند ارتفاع التوتر الزائد أو تفصل المنظم عن التيار عند ارتفاعه وتصل الآخذات بالشبكة مباشرة).
٣ ـ منظمات أتوماتيكية (ذات محرك أو ذات ربليات). تقوم برفع التوتر أو خفضه لتحافظ على توتر نظامي في الآخذات.

١ ـ المنظم اليدوي:

إن المنظم اليدوي هو عبارة عن محول ذاتي متعدد المداخل يحتوي على مبدلة مرقمة (0-1 -2 -3 -4 -5 -6 -7) ومنها يمكن رفع أو خفض التوتر الخارج من المنظم على مراحل. ويظهر مقياس الفولت التوتر الخارج من المنظم إلى الآخذات كما في الشكل. ويتألف المنظم اليدوي من:

مخطط منظم يدوي رفع ست مراحل فوق توتر الشبكة

١ ـ دارة مغناطيسية (صفائح محول) متناسبة مع الاستطاعة.
٢ ـ ملفات إبتدائية وثانوية (محول ذاتي يرفع من ١٦٠ ـ ٢٢٠ فولت أو حسب المطلوب.
٣ ـ مبدلة سبع وضعيات مع وضعية (صفر) لقطع التيار عن المنظم.
٤ ـ مقياس فولت لمخرج المحول (٠ ـ ٢٥٠ف~)
٥ ـ مصباح إشارة ٢٢٠ فولت ـ قاطع ديجنتور ـ مغناطيسي حراري ـ فاصمة منصهرة.

عمل المنظم اليدوي:

يوصل المنظم في بداية الشبكة المطلوب تنظيم توترها إذا كان المطلوب تنظيم التوتر لمنزل أو محل تجاري أو صناعي أو أي مستهلك. ويمكن أن يستخدم المنظم لجهاز واحد أو أكثر (براد ـ كمبيوتر...).

يوصل مدخل الجهاز مع الشبكة مباشرة ويوصل مخرجه إلى الأحداث وغالباً يوجد خط مشترك بين المدخل والمخرج هو خط الحيادي (النتر).

عمل المبدلة:

عندما تكون المبدلة في الوضعية 0 يكون تيار الشبكة غير واصل إلى ملفات المنظم وبالتالي توتر المخرج = ∴ صفر.

المبدلة في الوضعية 1 يكون توتر المخرج مساوياً لتوتر المدخل.

المبدلة في الوضعية 2 يكون توتر المخرج = توتر المدخل + ١٠ إلى ١٥ ف أو هو توتر اللفات بين النقطة 1-2

المبدلة في الوضعية 3 يكون توتر المخرج = توتر المدخل + ٢٠ إلى ٢٥ ف أو هو توتر اللفات بين النقطة 1-3

المبدلة في الوضعية 4 يكون توتر المخرج = توتر المدخل + ٣٠ إلى ٣٥ ف أو هو توتر اللفات بين النقطة 1-4

المبدلة في الوضعية 5 يكون توتر المخرج = توتر المدخل + ٤٠ إلى ٤٥ ف أو هو توتر اللفات بين النقطة 1-5

المبدلة في الوضعية 6 يكون توتر المخرج = توتر المدخل + ٥٠ إلى ٥٥ ف أو هو توتر اللفات بين النقطة 1-6

المبدلة في الوضعية 7 يكون توتر المخرج = توتر المدخل + ٦٠ إلى ٦٥ ف أو هو توتر اللفات بين النقطة 1-7

ملاحظة: يجب أن تكون المبدلة معدة لتتحمل شدة التيار العظمى المار فيها وعادة يسجل عليها التيار والتوتر الذي تتحمله.

وللمبدلة مخطط يبين أرقام تماساتها أو تفحص تماساتها خطوة خطوة حيث توجد نقطة رئيسية ونقط فرعية تغلق كل منها مع كل تغيير في وضعية المبدلة وتظهر على مجال الأوم في الآفومتر أو عن طريق مصباح السيري.

اختيار استطاعة المنظم اليدوي:

يجب اختيار استطاعة المنظم بحيث تكون أكبر بمقدار لا يقل عن (٢٥٪) من مجموع الاستطاعات التي تعمل معه في وقت واحد. مع العلم أنه في المحركات يجب أن توحد الاستطاعة الظاهرية بالفولت أمبير وذلك بمعرفة عامل الاستطاعة (COSφ) المسجل على لوحة المحرك.

مثال محرك (١/٣ حصان) عامل الاستطاعة (٠,٧) فتكون الاستطاعة الظاهرية التي يجب حسابها كما يلي:

نحسب الاستطاعة الحقيقية بالواط = ٧٣٦ × ١/٣ = ٢٤٥ واط

الاستطاعة الظاهرية بالفولت أمبير = ٢٤٥ / ٠,٧ = ٣٥٠ ف أ

ويفضل إذا كان المنظم لمحرك واحد أن نحسب الاستطاعة الظاهرية العظمى للمحرك عند الإقلاع وذلك كما يلي:

الاستطاعة الظاهرية للإقلاع = توتر المحرك × شدة التيار للإقلاع

وشدة تيار الإقلاع تتراوح من (٣ ـ ٥ أضعاف) تيار الحمل الكامل للمحرك.

تصميم منظم يدوي:

توتر المدخل (١٦٠ ـ ٢٢٠ ف) توتر المخرج (٢٢٠ف) الاستطاعة (٤٠٠٠ف أ) ـ التردد (٥٠ هرتز) ـ الصفائح المتوفرة قياس (١٥٠×١٢٥مم) أو (١٨٠×١٥٠مم) سماكة (٠,٥مم). كثافة التيار في الأسلاك لا تزيد عن (4A/مم^2).

الحل: بما أن محول المنظم ذاتي فإن حساب الدارة المغناطيسية يتم على نسبة الاستطاعة الموافقة للتوتر الذي يرفعه وهي: (٢٢٠ ـ ١٦٠) / ٢٢٠ × ٤٠٠٠ = ١٠٩٠ ف أ

مقطع الدارة المغناطيسية س = ٨ × √(ع ه / ت)

س = ٨ × √(١٠٩٠ / ٥٠) = ٣٧,٣٥ سم^2

عرض اللسان √٣٧,٣٥ = ٦,١ سم

سماكة الدارة للصفائح قياس ١٥٠×١٢٥والتي عرض اللسان فيها ١٥٠/٣ = ٥٠مم=٥سم

٣٧,٣٥ / ٥ = ٧,٥ سم

سماكة الدارة بعد التعويض ٢٠٪ ‏ ٧,٥ × ١,٢ = ٩ سم = ٩٠ مم
عدد الصفائح التقريبي (سماكة ٠,٥ مم) ٩٠ ÷ ٠,٥ = ١٨٠ صفيحة
سماكة الدارة للصفائح قيلس (١٥٠×١٨٠) والتي عرض اللسان فيها $\frac{١٨٠}{٣}$ = ٦٠مم = ٦سم

$\frac{٣٧,٣٥}{٦}$ = ٦,٢ سم

سماكة الدارة بعد التعويض ٢٠٪ ‏ ٦,٢ × ١,٢ = ٧,٤ سم = ٧٤مم
عدد الصفائح التقريبي سماكة ٠,٥مم ‏ ٧٤ ÷ ٠,٥ = ١٤٨ صفيحة

حساب عدد اللفات

عدد لفات الفولت = $\frac{٤٥}{٣٧,٣٥}$ = ١,٢ لفة /فولت

عدد اللفات المشتركة حتى ١٦٠ فولت ١,٢ × ١٦٠ = ١٩٢ لفة

عدد اللفات بين كل مرحلة وأخرى لتوتر ١٠ فولت ١,٢ × ١٠ = ١٢ لفة

عدد اللفات الكلية حتى ٢٢٠ فولت ‏ ١,٢ × ٢٢٠ = ٢٦٤ لفة

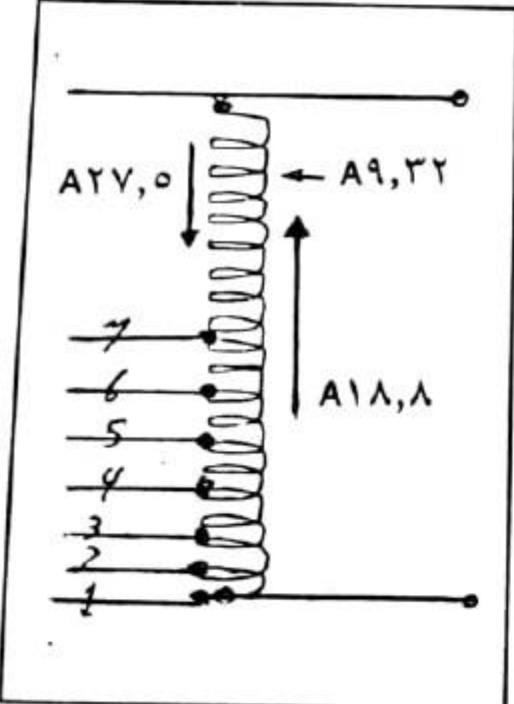
حساب مقطع وقطر السلك

(تحسب على الاستطاعة الكلية للمنظم مع اعتبار المردود التقريبي ٩٠٪)

شدة التيار الإبتدائي في أضعف توتر= $\frac{٤٤٠٠}{١٦٠}$ =٢٧,٥ A

شدة التيار الثانوي في التوتر ٢٢٠ فولت $\frac{٤٠٠٠}{٢٢٠}$ = ١٨,١٨ A

شدة التيار في الملفات المشتركة ٢٧,٥ - ١٨,١٨ = ٩,٣٢ A



مقطع السلك للملف المشترك = $\frac{٩,٣٢}{٤}$ = ٢,٣٣مم^{٢}

مقطع السلك لملفات الرفع $\frac{١٨,١٨}{٤}$ = ٤,٥٤ مم^{٢}

قطر السلك للملف المشترك $\sqrt{\frac{٢,٣٣}{٣,١٤}}$ × ٢ =

١,٧ مم = ١٧ ديزيم

قطر السلك للملفات الرفع $\sqrt{\frac{٤,٥٤}{٣,١٤}}$ × ٢ =

٢,٤ مم = ٢٤ ديزيم

ويمكن لف كل ملفات المنظم بالسلك ٢٤ ديزيم ولا يتغير عدد اللفات.

إذا اعتبرت كثافة التيار المقبولة في الملفات ٣ A /مم٢ فنضمن تحمل المنظم لساعات العمل الطويلة مع وجود الأحمال بشكل مستمر. وتكون مقاطع الملفات كما يلي:

مقطع السلك للملف المشترك = $\frac{٩,٣٢}{٣}$ = ٣,١ مم٢ = قطر ٢٠ ديزيم

مقطع السلك لملفات الرفع $\frac{١٨,١٨}{٣}$ = ٦,٠٦ مم٢ قطر = ٢٧,٧٠ ديزيم

أي = ٢٨ ديزيم

ميزات ومساوىء المنظم اليدوي:

إن المنظم اليدوي يحتاج إلى مراقبة مستمرة خشية ارتفاع أو انخفاض التوتر بشكل مفاجىء. ونغير في وضعية المبدلة لجعل التوتر الخارج بين (٢٠٠ - ٢٢٠ف) وإهمال المراقبة قد يؤدي لخطر ارتفاع التوتر فيضر بالأجهزةأو يعطلها وهناك خطر انخفاض التوتر كثيراً فلا تعمل الأجهـزة بشـكل مناسـب وخاصـة إذا كـان الجهـاز محرك براد أو غيره فقد لايقلع ويحترق.

ومن ميزات المنظم اليدوي إمكانية التدرج في رفـع أو خفـض الجهـد بسـت مراحـل قـد تكـون متسـاوية (١٠ فولـت) لكـل مرحلـة أو مختلفـة فالمرحلـة الأولى (١٥فولت) والأخيرة (١٥ف) والمراحل الأخرى كل مرحلة من (٨ - ١٠ فولت).

جدول الحساب العملي لمنظمات رفع التوتر من (١٦٠ف إلى ٢٢٠ف)
مع مبدلة (٧ مراحل) أو أوتوماتيك بأسلاك نحاسية تهوية طبيعية ٤ A/مم٢

الاستطاعة الاسمية VA	الاستطاعة المرفوعة VA	قياس الصفائح مم	مقطع الدارة المغناطيسية سم٢	سماكة الدارة المغناطيسية سم	عدد لفات الفولت	عدد لفات المشترك ١٦٠ف	عدد لفات الرفع ٢٢٠ف	قطر الملف المشترك ديزيم	قطر الملف لمرحلة الرفع ديزيم
٢٠٠٠	٥٥٠	١٠٠ × ١٢٦ ١٢٥ × ١٥٠	٢٦,٥	٧,٥ ٦,٣	١,٧	٢٧٢	١١٢	١١	١٧
٣٠٠٠	٨٢٥	١٠٠ × ١٢٦ ١٢٥ × ١٥٠	٣٢,٥	٩ ٧,٨	١,٤	٢٢٤	٩٢	١٣	٢١
٤٠٠٠	١١٠٠	١٢٥ × ١٥٠ ١٥٠ × ١٨٠	٣٧,٥	٧,٥ ٩	١,٢	١٩٢	٧٩	١٥	٢٤
٥٠٠٠	١٤٠٠	١٢٥ × ١٥٠ ١٥٠ × ١٨٠	٤٢,٥	١٠,٢ ٨,٤	١,٠٥	١٦٨	٦٩	١٧	٢٦
٦٠٠٠	١٧٠٠	١٥٠ × ١٨٠	٤٧	٩,٣	٠,٩٥	١٥٢	٦٢	١٨	٣٠
٨٠٠٠	٢٢٠٠	١٥٠ × ١٨٠	٥٣	١٠,٥	٠,٨٤	١٣٤	٥٥	٢١	٣٤
١٠٠٠٠	٢٨٠٠	١٥٠ × ١٨٠ ١٨٠ × ٢٤٠	٦٠	١٢ ٩	٠,٧٥	١٢٠	٥٠	٢٣	٣٨

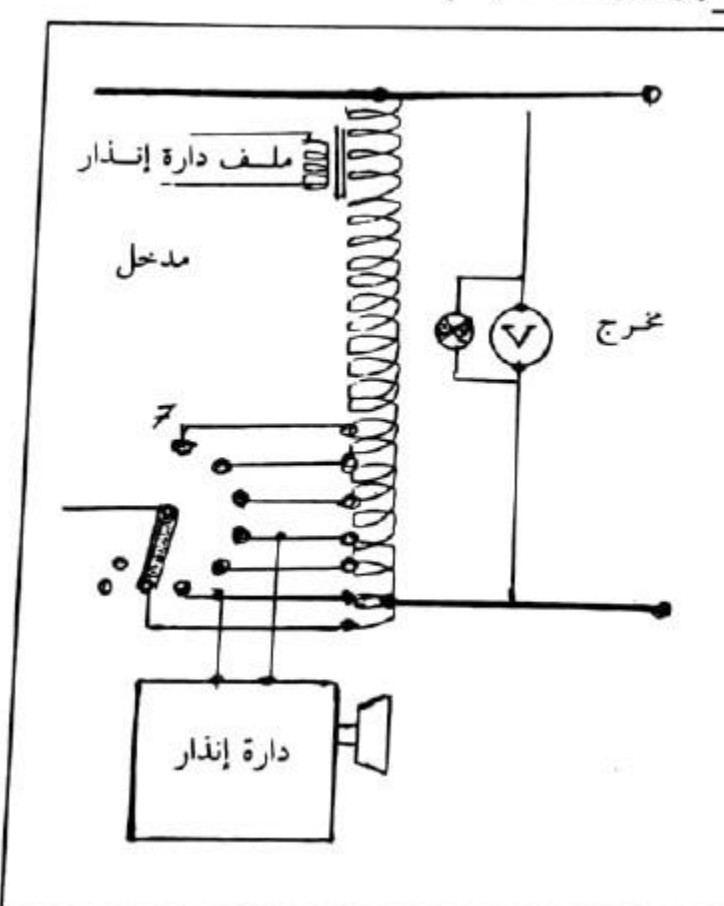
المنظم النصف أتوماتيك: بدارة (إنذار صوتية)

يضاف على المنظم اليدوي دارة إلكترونية أو أكثر وظيفتها إصدار صوت إنذار جرس أو مكبر صغير يعمل عند إرتفاع التوتر إلى قيمة معينة خطرة.

توصل هذه الدارة مع جزء من توتر المخرج (١٢ أو ٢٤ فولت) أو مع توتر المخرج الكلي (٢٢٠ فولت) وتضبط بواسطته مقاومة متغيرة فيها لتعمل عند التوتر المعين. ويمكن أن تغذى دارة الإنذار من ملف مستقل ملفوف على ملفات المنظم وعدد لفاته مناسب لتغذية اللوحة من (٢٤ ــ ٢٨ فولت) مثلاً. وفي اللوحة دارة تقويم للتيار المتناوب وجعله مستمراً تقريباً.

المنظم النصف أتوماتيك (بريليه إعادة للشبكة)

وهو منظم يدوي أيضاً له دارة إلكترونية تغذي ريليه مغناطيسية تعمل على قطع التيار عن المنظم ووصل الآخذات بالشبكة عند ارتفاع التوتر إلى جهد معين أعلى من النظامي. ان الأحمال توصل إلى الشبكة مباشرة دون منظم وهذا يحمي الأجهزة من خطر ارتفاع التوتر لأي سبب كان.



↑ منظم نصف أتوماتيك بدارة إنذار ارتفاع التوتر تغذى من ملفات الرفع أو من الملف الإضافي

٢٤ ف
DC
C A B

← ريليه مغناطيسية ثلاث تماسات

الريليه المغناطيسية

(الحاكمة المغناطيسية):

تتألف من ملف يغذى بتوتر كهربائي فيتولد فيه تحريض مغناطيسي يؤدي إلى تلامس أو تباعد نقطتي تماس أو تباعد نقطة تماس وتلامس نقطة تماس غيرها.

وأغلب هذه الريليات ثلاثية التماسات مرتبطة ميكانيكياً مع بعضها تفصل وتوصل معاً. ففي حالة عدم وجود توتر على الملف تكون ثلاث تماسات متلامسة مع ثلاث أخرى ومنفصلة عن ثلاث غيرها وعند تغذية الملف بالتوتر اللازم تنفصل التماسات المتلامسة وتتلامس مع المنفصلة عنها أي أن مجموع التماسات عددها تسعة. فيمكن استخدام مجموعة واحدة من هذه التماسات (٣) أو يستخدم الثلاث مجموعات وبذلك نتمكن من مضاعفة شدة التيار التي تتحمله كل مجموعة إلى ثلاث مرات. فإذا كان كل تماس يتحمل (١٠ A) فالتماسات تتحمل (٣٠ أمبير) إذا وصلت كل ثلاث مع بعضها البعض.

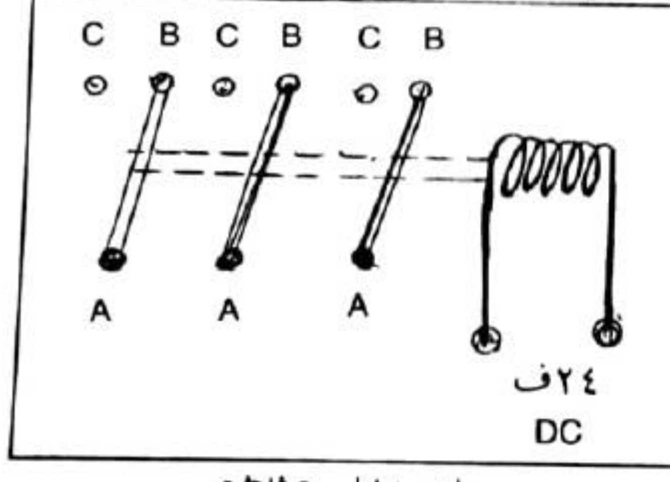
مواصفات الريليه (الحاكمة المغناطيسية):

وتختلف الريليات عن بعضها بما يلي:

أ ـ توتر الملف (٦ ـ ١٢ ـ ٢٤ف) وتعمل على التيار المستمر ليكون التأثير المغناطيسي قوياً.

ب ـ شدة التيار الذي يتحمله كل تماس بالأمبير.

جـ ـ توتر العزل لنقاط التماس وهو بحدود (٢٥٠فولت) متناوب.



ريليه مغناطيسية ثلاثية

تغطى الريليه بغلاف بلاستيكي شفاف يظهر حركة التماسات ويمكن رفعه عن الريليه ليمكن تنظيف وصيانة نقاط التماس عند اللزوم وبعض الريليات له قاعدة مستقلة تلحم على الدارة ليمكن تركيب الريليه أو فكها بسهولة على هذه القاعدة الثابتة.

المنظم الأتوماتيكي (الآلي):

يعمل هذا المنظم على تأمين توتر ثابت تقريباً في مخرجه مهما تغير توتر المدخل ضمن قيمة محددة، وبشكل آلي دون تدخل المستخدم. وله نوعان أساسيان شائعان:

أ ـ المنظم الآلي ذو المحرك.

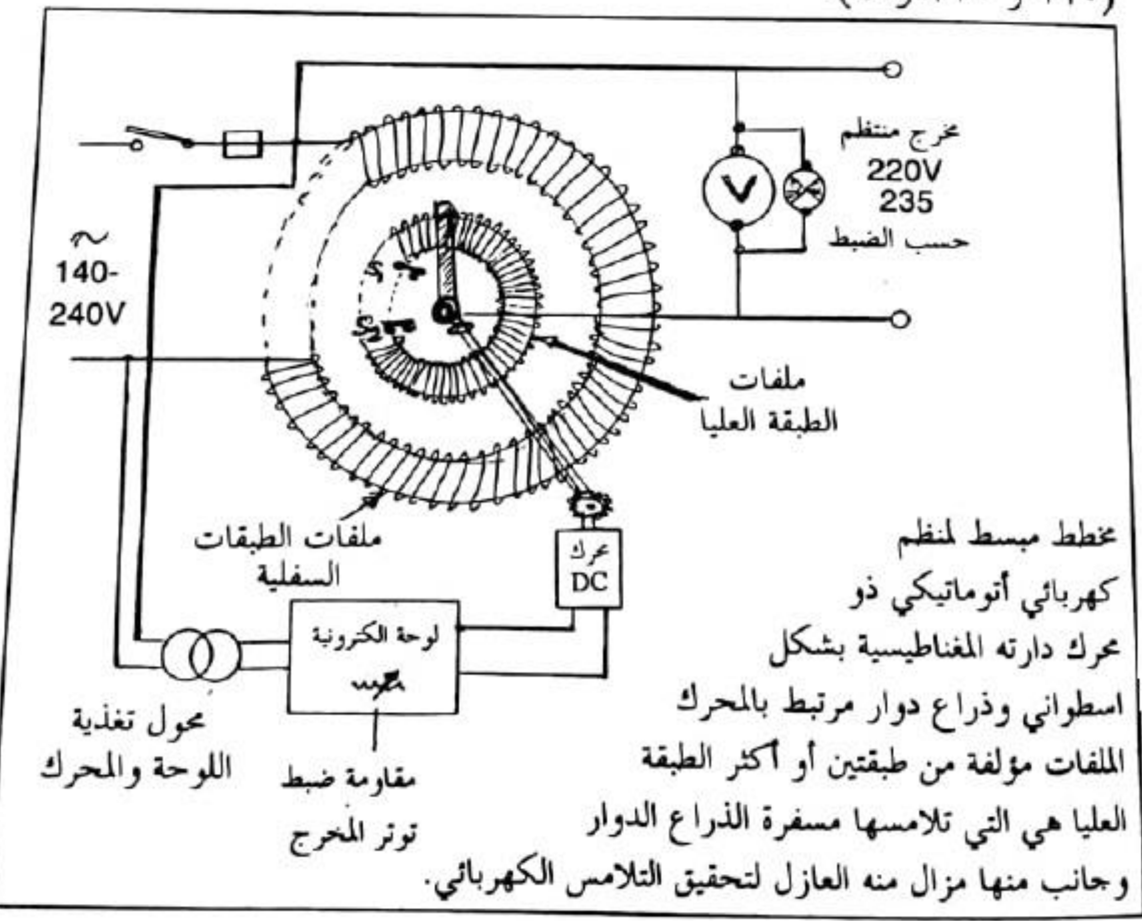
ب ـ المنظم الآلي ذو الريليات.

أ ـ المنظم الآلي ذو المحرك:

يتألف من دارة مغناطيسية بشكل اسطواني مفرغ عليها ملفات تتحرك عليها قطعة منزلقة عليها فحمة تلامس طرف الملفات المعرى، وهذا يشبه المحول الذاتي الدوار. ويقوم محرك صغير مرتبط بمجموعة مسننات لنقل حركته إلى الذراع الدوار الحامل للمسفرة وبذلك يعمل على رفع أو خفض التوتر ليلائم التوتر النظامي المطلوب. ويوجد في نهاية شوط الذراع في كلا الاتجاهين قاطع صغير (ميكروسويتش) يقوم بقطع تيار المحرك أو الدارة الإلكترونية لضمان سلامة المنظم.

إن المحرك يغذى بالتيار المستمر المناسب عن طريق دارة إلكترونية وبذلك يمكنه الدوران في الاتجاهين حسب قطبية التغذية. وتغذى الدارة الإلكترونية والمحرك عن طريق محول صغير مستقل أو من ملفات مستقلة. والمحول المستقل يمكن فحصه وتغييره بسهولة عند اللزوم.

ولهذا المنظم قاطع عادي وفاصمة معيرة أو قاطع حماية ومقياس فولت ومصباح إشارة ومنه ما يعمل على التوتر (١١٠ و ٢٢٠فولت) وله مخرجان أيضاً (١١٠ و ٢٢٠فولت).



مخطط مبسط لمنظم كهربائي أتوماتيكي ذو محرك دارته المغناطيسية بشكل اسطواني وذراع دوار مرتبط بالمحرك الملفات مؤلفة من طبقتين أو أكثر الطبقة العليا هي التي تلامسها مسفرة الذراع الدوار وجانب منها مزال منه العازل لتحقيق التلامس الكهربائي.

الدارة الإلكترونية للمنظم:

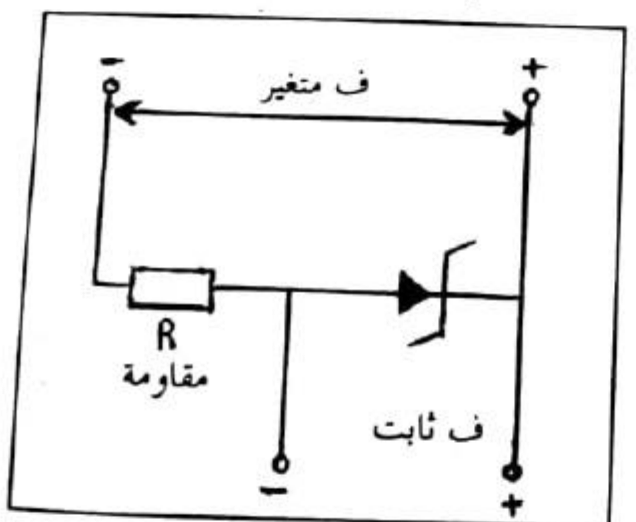
تغذى بتوتر متناوب (١٢ ـ ٤٨ف) وتقوم ثنائيات بتقويمه إلى تيار مستمر تقريباً وهذا التوتر يتناسب مع توتر الشبكة، فتعمل الدارة على وصل دارة المحرك ليعمل باتجاه الرفع أو الخفض وذلك بتحريك الذراع حامل المسفرة، وللدارة مقاومة متغيرة يمكن بضبطها رفع أو خفض توتر المخرج بين (٢٢٠ ــ ٢٣٥ف) حسب المطلوب وتحتوي الدارة على ترانزستورات أو دارة متكاملة أو غيرها من العناصر الإلكترونية وقد تستخدم عناصر أخرى (دياك ـ ترياك ـ ثايرستور ...).

ومن العناصر المستخدمة بكثرة (ديودزينر) وهو عبارة عن ثنائي (يسمح للتيار بالمرور باتجاه واحد ويمنعه في الاتجاه المعاكس) فهو ذو مقاومة صغيرة جداً في اتجاه المقاومة الأمامية وذو مقاومة كبيرة جداً في الاتجاه المعاكس تدعى المقاومة العكسية. وللثنائي إشارة بشكل نقطة أو خط على اتجاه المرور وهو رأس المثلث (رمز الثنائي العادي) ـــ▶|ـــ لذلك يستخدم في دارات التقويم .

زينر

أما الثنائي زينر Z فله جهد معين يدعى جهد زينر مسجل على هذا الثنائي ويتراوح من عدة فولتات إلى (٤٠٠ فولت) فيعمل الثنائي على المحافظة على هذا الجهد على طرفيه مهما تغير الجهد المطلوب تنظيمه ضمن منطقة التشغيل لهذا الثنائي. وتتحمل المقاومة الموصلة معه فرق الجهد الزائد.

وجهد زينر الثابت قد يستخدم كجهد مرجعي لدارات التنظيم الأخرى.



ثنائي زينر يثبت ← الجهد المستخدم لبعض الدارات

ميزات المنظم الأتوماتيكي ذو المحرك:

١ ـ يمتاز هذا المنظم بحساسيته لتغير التوتر ولو لبعض الفولتات حيث يمكن سماع حركة المحرك والذراع الدوار عند ارتفاع أو انخفاض التوتر قليلاً.

٢ ـ لا ينقطع التيار عن الحمل عند حدوث عملية التنظيم، بعكس المنظمات الأخرى التي ينقطع التيار لحظياً عند الإنتقال إلى الرفع أو الخفض كما في المنظم اليدوي أو الأتوماتيكي ذو الريليات. والانقطاع اللحظي مهما يكن قصيراً فإنه يؤثر خاصة على أجهزة الحواسب (الكمبيوتر) والمعالجات فقد يمحي أو يخل ببعض برامجه ولذلك يوصى بهذا المنظم ذو المحرك في تغذية هذه الأجهزة الكمبيوترية.

٣ ـ يقوم هذا المنظم بعملية رفع توتر الشبكة وخفضه حسب اللزوم فبعض هذه المنظمات توتر المدخل (١٤٠ ـ ٢٤٠ فولت) (Input) وتوتر المخرج (٢٢٠ف) (output) قابل للضبط لمجال أعلى أو أخفض قليلاً.

أعطال المنظم ذو المحرك وإصلاحه:

يتعرض كل جزء من هذا المنظم للأعطال لأسباب متعددة، ومن هذه الأعطال مايلي:

١ ـ **قصر أو انقطاع في الملفات:** ويتم فحصها بمقياس الفولت والأوم ويمكن تغذية المنظم بالتوتر بعد فصل محول الدارة الإلكترونية والمحرك ثم نحرك الذراع الدوار باليد ونقيس توتر المخرج. فتغير المخرج بالزيادة والنقص بصورة متدرجة يأكد سلامة الملفات وتوترها.

٢ ـ **عطل في محول الدارة الإلكترونية والمحرك:** ويتم فحص توتر المدخل والمخرج أو يفصل ويفحص بمجال الأوم.

٣ ـ **عطل في المحرك أو مسننات نقل الحركة:** فنتأكد من وجود التوتر الصحيح على المحرك ويغذى بتوتر مستمر خارجي مناسب لاختبار عزم دورانه الذي قد يضعف مع الزمن ويجب تغييره بنفس المواصفات. ونتأكد من نظافة المسننات وسلامتها.

٤ ـ **عطل في المسفرة والذراع الدوار:** ونقوم بتنظيف مسار المسفرة وإزالة بقايا الفحم بين الملفات حتى لا تتعرض للقصر والاحتراق.

٥ ـ **عطل في الدارة الإلكترونية:** وهذا يتطلب متابعة مخطط الدارة وطريقة فحص العناصر الإلكترونية وتغيير التالف منها، وقد يوجد بعض العناصر بدون رقم واضح فيتطلب تغيير الدارة كلياً أو مراجعة المصنع أو الوكيل.

المنظم ذو الريليات:

مبدأ العمل: يشبه المنظم اليدوي ولكن بمراحل عددها أقل (مرحلتين أو ثلاثة) والإنتقال من مرحلة إلى أخرى لرفع التوتر أو خفضه يتم عن طريق ريليه تقوم بعملية الوصل أو الفصل بتحكم الدارة الإلكترونية التي تغذى من الشبكة أو بواسطة نقطتين من ملف المنظم أو عن طريق ملف إضافي يعطي توتر (٢٤ إلى ٢٦ فولت) عندما تكون الشبكة بتوتر صحيح (٢٢٠ فولت).

منظم أتوماتيكي ذو الريليات ٣ مراحل (مرحلتين + الشبكة)

يتألف من محول ذاتي وريليه عدد /٢/ واحدة في المدخل وأخرى في المخرج عندما يكون المنظم خارج الدارة، أو يدخله توتر نظامي (٢٢٠فولت) فإن الريليات تكون بالوضعية الموضحة في المخطط ولايصل إلى ملف الريليه أي تغذية.

عندما ينخفض توتر الشبكة بمقدار (٢٠ - ٣٠ فولت) فإن ريليه المدخل تعمل بتأثير الدارة الإلكترونية التي يغذيها ملف خاص يتأثر بتوتر الشبكة.

منظم أتوماتيكي ذو الريليات ثلاث مراحل

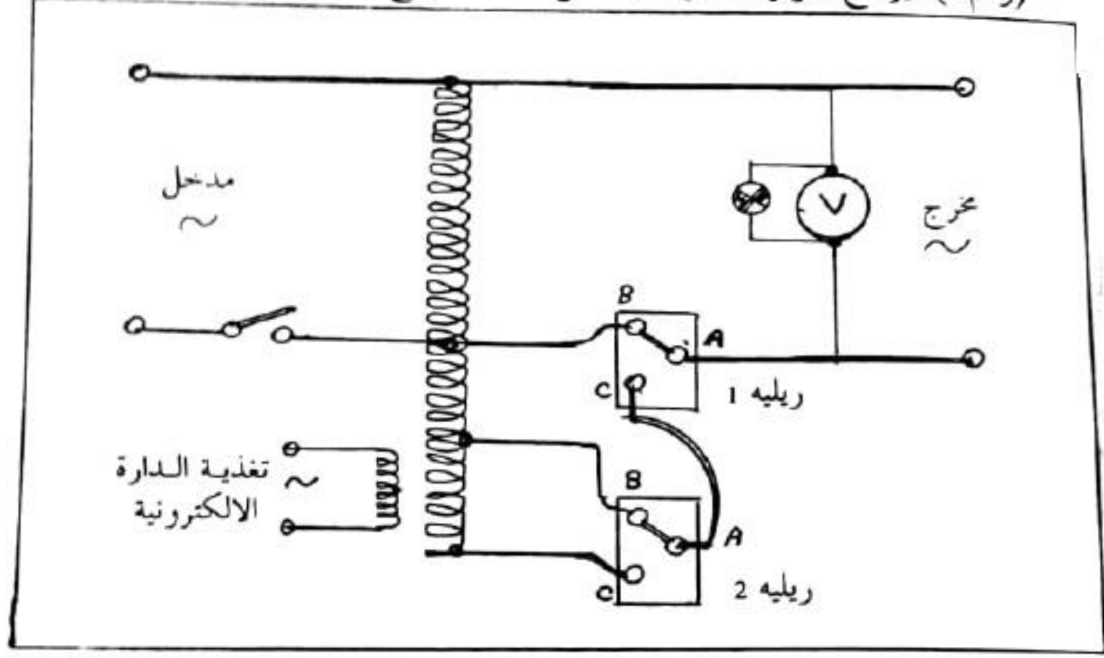
وينتقل وصل تماس الريليه من B - A إلى C - A فيرتفع توتر المخرج بمقدار توتر اللفات بين الريليه المدخل والمخرج. وإذا انخفض التوتر في الشبكة بحدود (٤٠ ـ ٦٠ فولت) فإن ريليه المخرج تعمل إضافة لريليه المدخل فيرتفع توتر المخرج بهذا المقدار تقريباً.

طريقة عمل المنظم ذو الثلاث مراحل (مرحلتين + الشبكة)

١ ـ عندما يكون توتر المدخل نظامياً (٢٢٠ فولت) فإن الريليه (١ و ٢) تبقى في وضعية الراحة والمخرج يساوي المدخل.

٢ ـ عند انخفاض توتر المدخل بحدود (٢٠ ـ ٣٠ فولت) تعمل الريليه (رقم ١) فيرتفع توتر المخرج.

٣ ـ عند انخفاض توتر المدخل بشكل كبير (٤٠ ـ ٦٠ فولت) تعمل أيضاً الريليه (رقم٢) فيرتفع التوتر بمقدار جهد كل ملفات الرفع.



مخطط (منظم ثلاث مراحل ٢ ريليه)

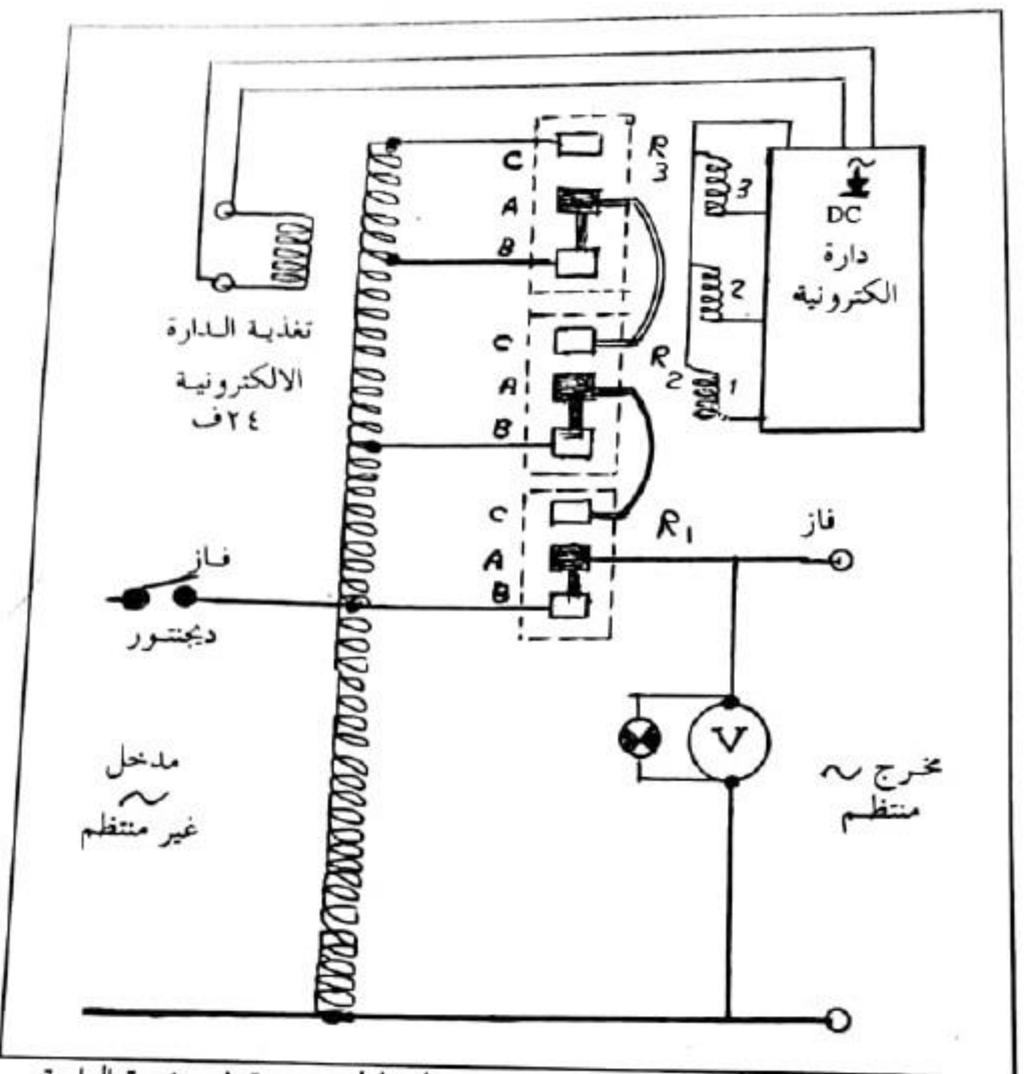
ـ الريليات في وضعية الراحة أو عند التوتر النظامي ٢٢٠ في المدخل أي A مع B متصل عند عمل الريليه يتصل A مع C وينفصل عن B

شرح مخطط منظم أتوماتيكي ذو ٤مراحل ذو الريليات (٣ مراحل+ الشبكة)

١ ـ عندما يكون المنظم خارج الدارة. أي لا يصله أي توتر من الشبكة بسبب فصل قاطع أو ديجنتور المنظم تكون الريليات في وضعية الراحة. والتماس A متلامس مع B ومفصول عن C في كل الريليات.

وعندما يكون توتر الشبكة الواصل إلى المنظم صحيحاً وبحدود التوتر النظامي (٢٢٠ف) تكون الريليات في نفس الوضعية ولا تعمل حيث لا يصل ملفاتها أي تيار من الدارة الإلكترونية.

٢ ـ عند إنخفاض توتر الشبكة بحدود (٢٠ ـ ٢٥ فولت) تعمل الريليه رقم / R_1/ فقط فيتلامس A مع C وينفصل عن B فيرتفع التوتر في المخرج حسب الجهد المتولد في عدد لفات الرفع للمرحلة الأولى (راجع المخطط).



مخطط منظم أتوماتيكي ذو الريليات وهي في المخطط مرسومة في وضعية الراحة وعند التوتر ٢٢٠ في المدخل

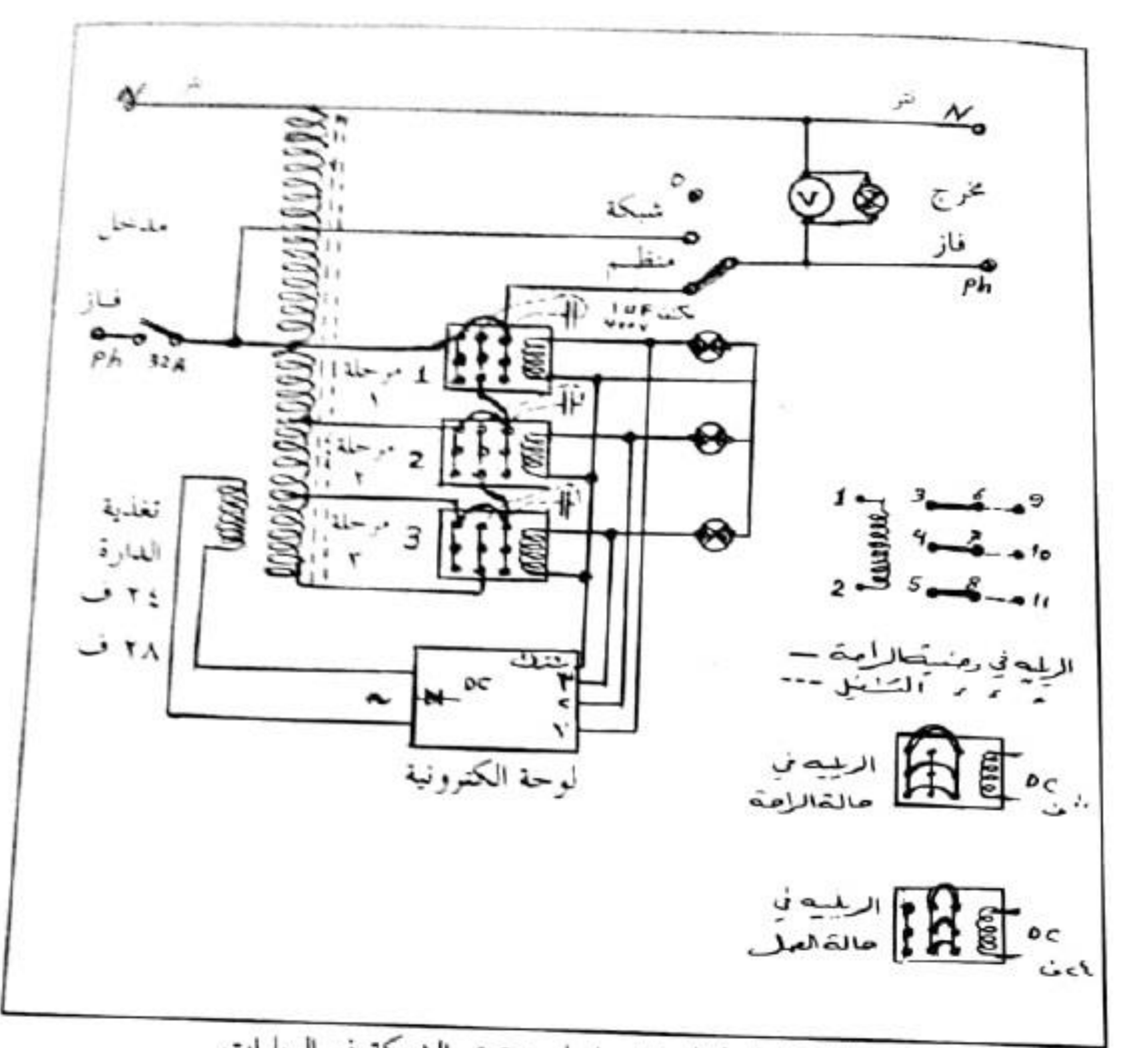
٣ ـ عند انخفاض توتر الشبكة بحدود (٤٠ ـ ٥٠ فولت) تعمل الريليه رقم٢ /R_2/ إضافة للريليه الأولى /R_1/ ويتصل التماس من A إلى C فيرتفع التوتر حسب الجهد المتولد في الملفين الرافعين.

٤ ـ عند انخفاض توتر الشبكة أكثر وبحدود (٦٠ ـ ٧٥ فولت) فتعمل الريليه رقم٣ /R_3/ إضافة لعمل ريليه ١ وريليه ٢ فيرتفع التوتر بمقدار جهد كل ملفات الرفع.

٥ ـ عند ارتفاع التوتر تعود الريليه رقم ٣ إلى حالتها الأولى فينخفض توتر المخرج.

٦ ـ عند ارتفاع التوتر بشكل أكبر تعود الريليه رقم ٢ أيضاً فينخفض التوتر بشكل أكبر.

٧ ـ عند ارتفاع التوتر إلى وضعه الطبيعي تعود الريليه رقم ١ إضافة للريليات ٢ و ٣.



مخطط كامل لمنظم ٣ مراحل + توتر الشبكة ذو الريليات

عمل المنظم:

يتألف من محول ذاتي ذو ثلاث مراحل للرفع وملف مستقل لتغذية الدارة الإلكترونية بتوتر يتراوح من (٢٤ ـ ٢٨ف) متناوب. ولكل مرحلة ريليه مغناطيسية مع مصباح إشارة تدل على عملها وتقوم الدارة الالكترونية بالتحسس بمقدار الجهد الواصل فتقوم برفعه عن طريق تشغيل الريليه ١ لرفع (٢٠ ـ ٢٥ف) وذلك حسب عدد لفات هذه المرحلة وتشغيل الريليه ١ + ٢ لرفع (٤٠ ــ ٥٠ فولت) وتشغيل ١+٢+٣ لرفع (٦٠ـ٧٥ف) ويمكن تعيير كل مرحلة حسب اللزوم.

الريليه:

تتألف من ثلاث مجموعات من التماسات ويمكن توصيل أطرافها كما في الشكل للاستفادة من تحمل التيار الأعظمي. ويظهر الشكل التماسات الواصلة عند الراحة والتشغيل وتقوم المكثفات بتخفيف الشرارة الناتجة في التماسات عند الوصل والفصل خاصة وهي بسعة (١ ميكروفاراد) وتوتر (٤٠٠ فولت).

تقوم المبدلة ذات الوضعيات الثلاث بوصل المخرج بالشبكة أو بالمنظم أو قطع التيار ويمكن بذلك أيضاً وصل مقياس الفولت لقياس المدخل أو المخرج للمنظم، أما القاطع الرئيسي فهو ديجنتور حراري مغناطيسي يفصل الدارة عند وجود قصر أو زيادة في الحمل.



الفصل الرابع

المحركات الكهربائية (MOTORS)

مقدمـة: المحرك الكهربائي (Motor) هو آلة كهربائية تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية دورانية فتقوم بتشغيل أغلب الأجهزة المنزلية (مروحة ــ غسالة ـ براد...) وكذلك تدير المضخات وتحرك الآليات والقطارات والمصاعد الكهربائية. فهي القلب النابض في كل جهاز منزلي وصناعي.

أنواع المحركات: تقسم المحركات حسب مايلي:

(١) حسب نوع التيار الكهربائي.

١ ـ محركات التيار المتناوب AC ~ وتقسم إلى:

ثلاثي | محرك تيار تناوب

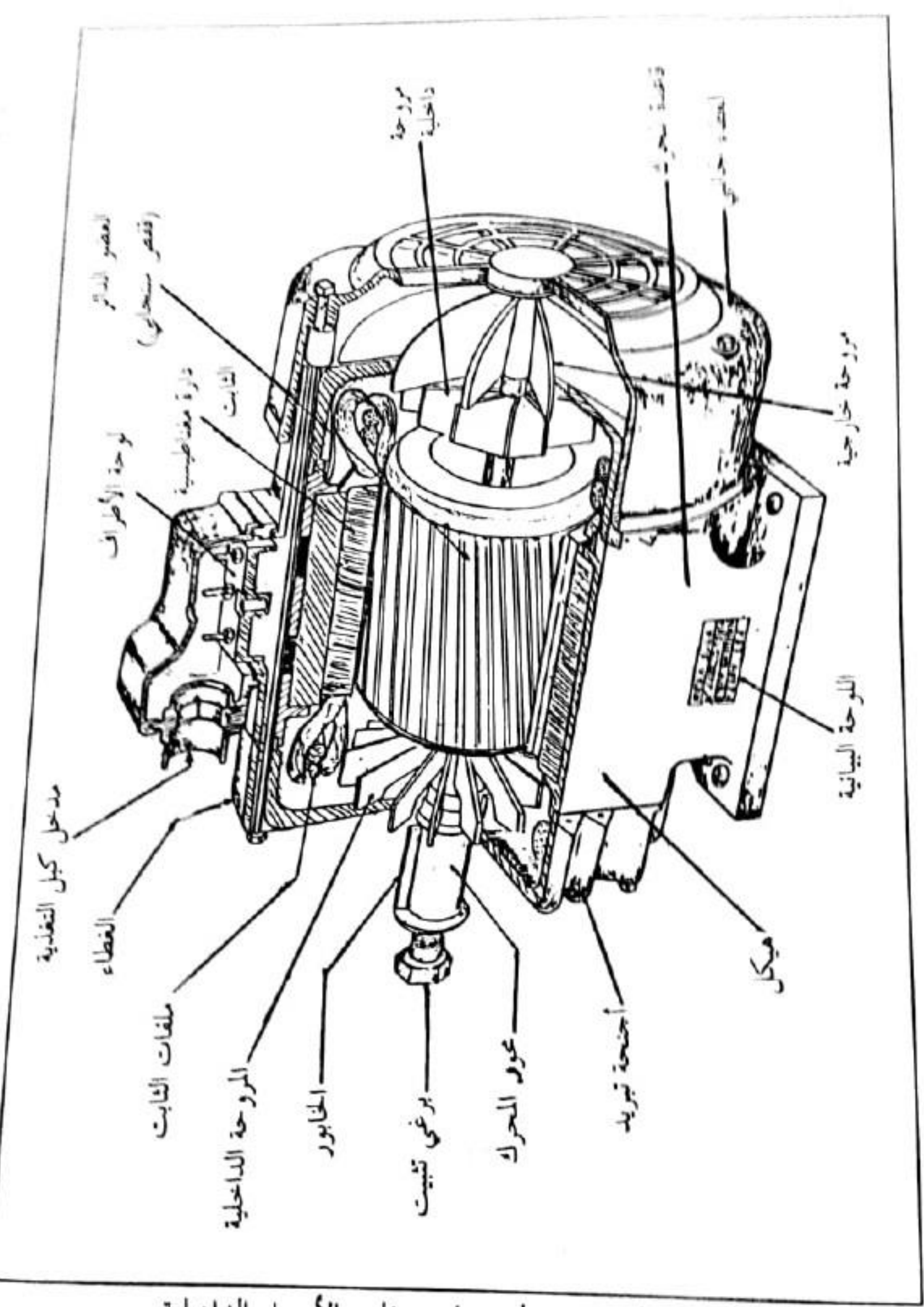
أحادي | محرك تيار مستمر

أ ـ محركات أحادية 1~ أو AC1 وتدعى محركات (مونوفاز) وتستخدم في الأجهزة المنزلية (غسالة ـ براد ـ مروحة...) وفي الآلات الصغيرة الاستطاعة (مخرطة صغيرة ـ مضخة ـ آلة نجارة صغيرة الاستطاعة..) وتغذى بخط فاز ونتر أو فازين فقط.

ب ـ محركات ثلاثية الطور أو 3~ أو AC3 وتدعى محركات (تريفاز) وتستخدم في الأجهزة والآلات الصناعية وخاصة الكبيرة الإستطاعة وتغذى بثلاثة أطوار (فازات).

٢ ـ محركات التيار المستمر DC ــ

وتستخدم في مجالات خاصة مثل مقلع السيارة (مارش) ومحرك المسجلة أو الفيديو وفي محركات بعض الآليات والقطارات الكهربائية.



قطاع في محرك صناعي يظهر الأجزاء الداخلية

٣ ـ **محركات عمومية** تعمل على التيار المستمر والمتناوب ورمزها ⎓ ولها فحمات لتغذية العضو الدائر الملفوف وتستخدم في بعض الأجهزة المنزلية: الخلاط ـ المكنسة الكهربائية ـ فرامة اللحمة ـ مثقب ـ صاروخ الجلخ....

(٢) حسب طريقة التشغيل ومبدأ العمل وهي:

أ ـ **محركات غير توافقية** ـ لا متزامنة (ASYNCHRON) وهي المستخدمة بكثرة في الأجهزة المنزلية والصناعية.

ب ـ **محركات توافقية** متزامنة (SYNCHRON) وهي تشبه المنوبة إذ يجب تدوير محورها بسرعة التوافق فتولد تياراً متناوباً وعند وصوله إلى توتر مساوٍ لتوتر الشبكة وفي لحظة التوافق تربط تغذيتها بالشبكة الكهربائية ثم تبعد عنها وسيلة التدوير فتستمر بدورانها بنفس سرعة التوافق. فالمحرك التوافقي يمتاز بالمواصفات التالية:

ـ لا يقلع بنفسه ولو بدون حمل إلا إذا زود دائره بقفص سنجابي.

ـ سرعته ثابتة ضمن حمله المخصص.

ـ إذا زاد حمله وتجاوز استطاعة المحرك يتوقف المحرك عن الدوران.

ولذلك فاستخدام المحرك التوافقي محدود جداً في تحسين عامل الاستطاعة للشبكات. فعمله يشبه عمل المكثفات. وسرعة دوران التوافق تحسب بالقانون التالي:

$$\text{السرعة (د/د)} = \frac{\text{التردد} \times ١٢٠}{\text{عدد الأقطاب}} \qquad \boxed{\text{سر} = \frac{\text{ت} \times ١٢٠}{\text{ط}}}$$

حيث سر السرعة دورة/دقيقة

ت التردد بالهرتز أو السيكل أو ذبذبة/ثانية

ط عدد الأقطاب.

إذن فالمحركات الصناعية والمنزلية هي محركات غير توافقية نظراً لميزاتها في إقلاعها المباشر وبساطتها وقلة أعطالها علماً بأن سرعتها أقل من سرعة التوافق أو سرعة السيالة المغناطيسية الدوارة بما لا يزيد عن (١٠٪) عند الحمل الكامل الطبيعي (٤-٦٪) وتدعى سرعة الانزلاق.

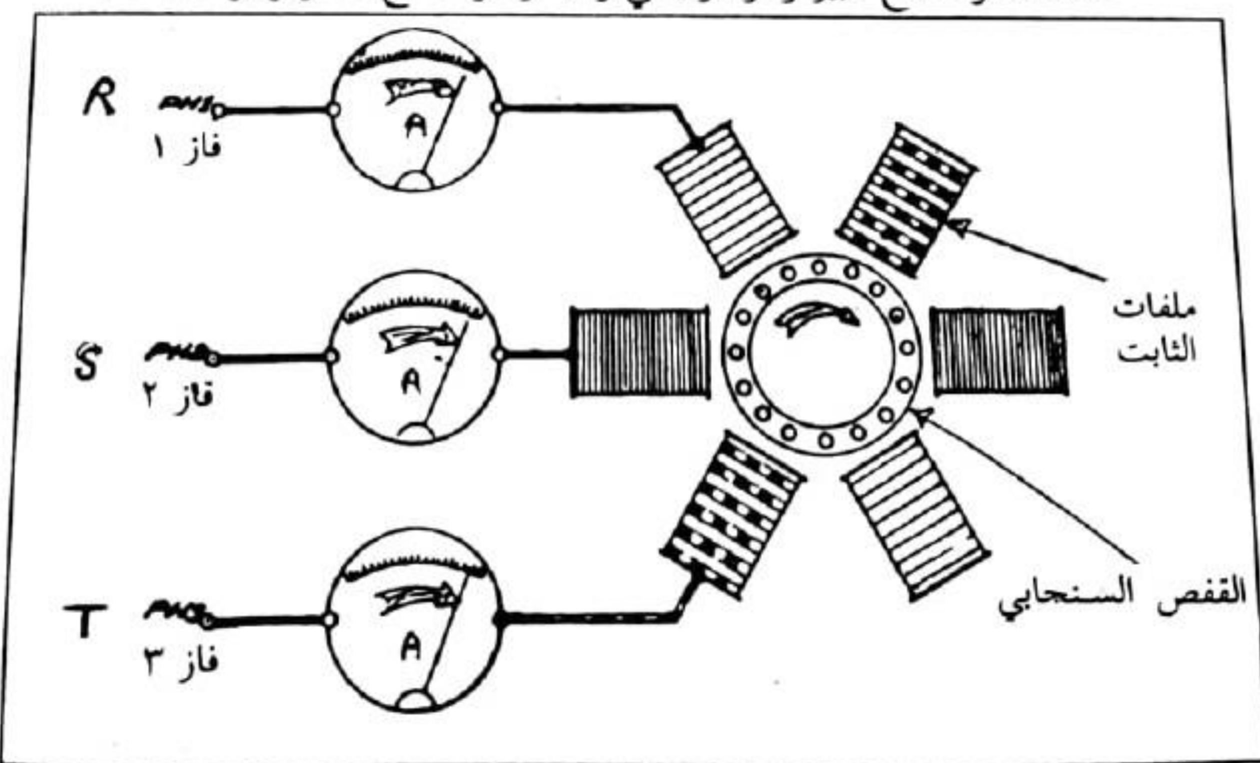
(٣) حسب العضو الدائر:

أ ـ المحرك ذو الدائر الملفوف:

وهو الجزء الدائر في قلب المحرك ويتكون من صفائح الحديد السيلسي مثل المحول وله مجار طولية معزولة توجد داخلها أسلاك الملفات وتوصل أطرافها إلى قطع المجمع (Collector) . وهو مؤلف من قطع نحاسية بشكل إسطواني معزولة عن بعضها، تلامسها الفحمتان لتعطي الملفات التيار الكهربائي اللازم. وقد توصل أطراف ملفات الدائر إلى حلقات انزلاق لتوصل مع مجموعة مقاومات خارجية للتحكم بتيار إقلاع المحرك التدريجي ويكون التلامس عن طريق المسفرات (الفحمات).

ب ـ المحرك ذو القفص السنجابي:

يشبه العضو الدائر الملفوف في دارته المغناطيسية للعضو الدائر ولكنه عوضاً عن الملفات يحتوي في مجاريه الطولية قضباناً من الألمنيوم مغلقة على بعضها من الطرفين بواسطة لحامها مع بعضها أو يوجد حلقة ألمنيوم من كل طرف فتشبه بذلك القفص السنجابي. وعادة ما تكون المجاري لها زاوية ميل مع المحور لتحسين إقلاع المحرك ودورانه. وقد يحتوي العضو الدائر على قفصين متداخلين أحدهما ذو مقطع كبير وهو الرئيسي والآخر ذو مقطع أصغر وهو المساعد.



مبدأ عمل المحرك الثلاثي ذو القفص السنجابي يدور العضو الدائر ذو القفص السنجابي عند تغذية الملفات بتيار ثلاثي الطور

وأعطال هذا النوع من العضو الدائر (القفص السنجابي) قليل ونادر جداً. وقد يظهر العطل بسبب تشقق في قضبان الألمنيوم وهو عطل مخفي لا يمكن كشفه عادة إلا بعد تشغيل المحرك وملاحظة ضعف عزمه واستطاعته كثيرا رغم عدم وجود أي خطأ أو عطل آخر. وهنا لا بد من تغيير هذا العضو الدائر إذا وجد مشابهه وقد يجرى طرق وتحمية لهذا الدائر العاطل على أمل إعادته للعمل وهذا الإجراء قد يعيد المحرك لعمله الطبيعي لفترة زمنية قد تطول أو تقصر وقد لا يفيد مطلقاً.



المحرك الكهربائي الصناعي
(ذو القفص السنجابي)

وهو المحرك المستخدم كثيراً في الأجهزة والآلات لما يتمتع به من ميزات عملية واقتصادية وقلة أعطاله وسهولة صيانته. وهو محرك ثلاثي الطور ذو قفص سنجابي ويتواجد باستطاعات مختلفة تبدأ بأقل من نصف حصان وحتى مئات الأحصنة وبسرعات مختلفة أيضاً.

والأجزاء الرئيسية للمحرك الثلاثي الصناعي هي:

١ - العضو الثابت (STATOR):

ويتألف من صفائح الحديد السيلسي كالمحول وهي بشكل اسطواني مفرغ يحتوي على عدد من المجاري النصف مغلقة غالباً وعددها زوجي (١٢ - ١٨ - ٢٤ - ٣٦ - ٤٨ .... مجرى) تنزل فيها الملفات بعد عزل المجاري بالكرتون أو البلاستيك الحراري العازل، وتشكل الملفات ثلاث مجموعات متماثلة، كل مجموعة تحتوي على عدد من الملفات وكل مجموعة تغذى من طور (فاز)، وللملفات حساب خاص من ناحية خطوة اللف والعدد والقطر والتوصيل... وسنشرحه لاحقاً.

إن طول وقطر العضو الثابت يتناسب مع استطاعة المحرك.

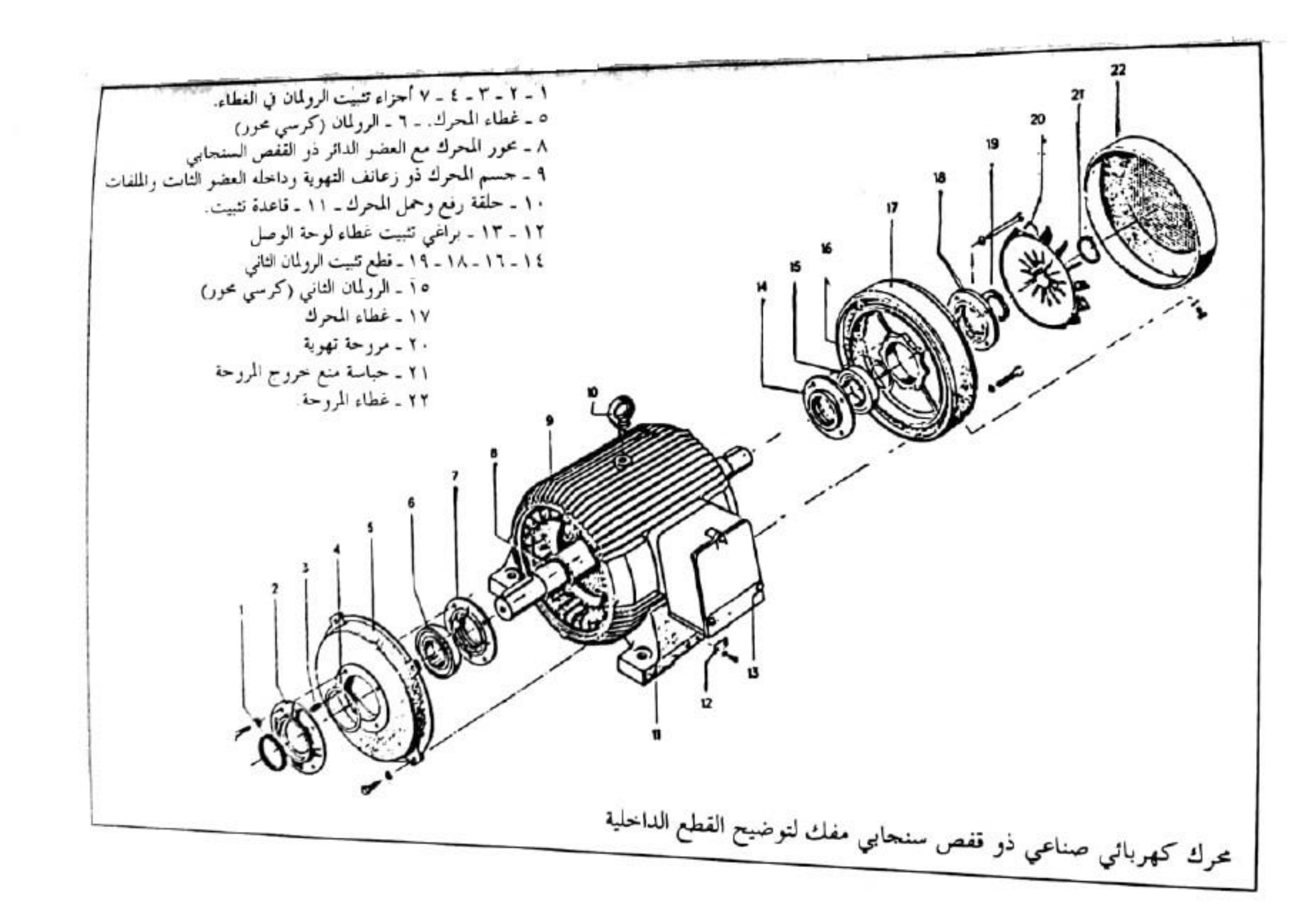
٢ - العضو الدائر (ROTORE):

يحمل العضو الدائر على محور الدوران وله دارة مغناطيسية من صفائح الحديد السيليسي بشكل دائري ذات مجاري وفيه القفص السنجابي من الألمنيوم بحيث يشكل كل قضيبين دارة مغلقة تمثل لفة، وكان قديماً ينتشر استخدام القضبان النحاسية التي تلحم من كلا الطرفين مع بعضها البعض.

يرتكز محور الدوران على كرسي محور (رولمانات أو باغات) من كل طرف ولها مواصفات ميكانيكية خاصة ويستخدم الشحم في تشحيم الرولمانات (بيليات) ويستخدم الزيت المعدني الخاص في تزييت الباغات وقد تحتوي على ثقب خاص لذلك أو تلامس قطعة من اللباد مشبعة بالزيت ليتسرب إلى الباغات تدريجياً.

إن للرولمان رقم مسجل عليه يحدد مواصفاته وقياسه مثل(6201 - 6202 - 6203)

ومنها نوع مغلق من طرف واحد أو طرفين أو بدون أغطية.



محرك كهربائي صناعي ذو قفص سنجابي مفك لتوضيح القطع الداخلية

٣ ـ الغطاءان الجانبيان:

وهما من حديد الصب أو الألمنيوم أو من مادة عازلة قوية أحياناً وفيهما مقر كراسي المحور (المدحرجات «الرولمانات») أو الباغات المصنوعة من النحاس الناعم والقاسي وهي محتواة داخل مقر محدد في الغطاء. وفي المحركات الكبيرة يوجد أغطية داخلية للرولمانات يثبتها برغيان من كل طرف.

وتحتوي الأغطية على ثقوب وفتحات لتهوية ملفات المحرك وقد يكون المحرك مغلقاً. ولتحسين التهوية والتبريد توجد مروحة خارجية لها غطاء خاص مثقب.

٤ ـ هيكل المحرك:

إنه الجزء الخارجي من المحرك والذي يضم داخله العضو الثابت ويعمل على ترابط أجزائه. والهيكل من حديد الصب أو الصاج أو الألمنيوم ويحتوي على قاعدة تثبيت المحرك وعلى علبة الوصل مع لوحة التوصيل وغطائها. وقد يوجد فيه حلقة لرفع ونقل المحرك الكبير الاستطاعة، والهيكل ذو سطح أملس أو متعرج ذو زيادات معدنية لزيادة التبريد وتسريعه كما شرحنا سابقاً، وتثبت عليه لوحة المعلومات.

٥ ـ المروحة:

تثبت على أحد طرفي الدائر وتدور معه فتعمل على تهوية وتبريد الملفات. وهي من الصاج الحديدي أو البلاستيك أو الألمنيوم أو الفيبر وإذا كان المحرك مغلقاً وليس لأغطيته نوافذ وفتحات تهوية فتوضع المروحة خارج المحرك محمية بغطاء خاص ذو ثقوب ويكون هيكل المحرك في هذه الحالة ذو زعانف وزيادات تسرع في تبريده.

٦ ـ لوحة المعلومات:

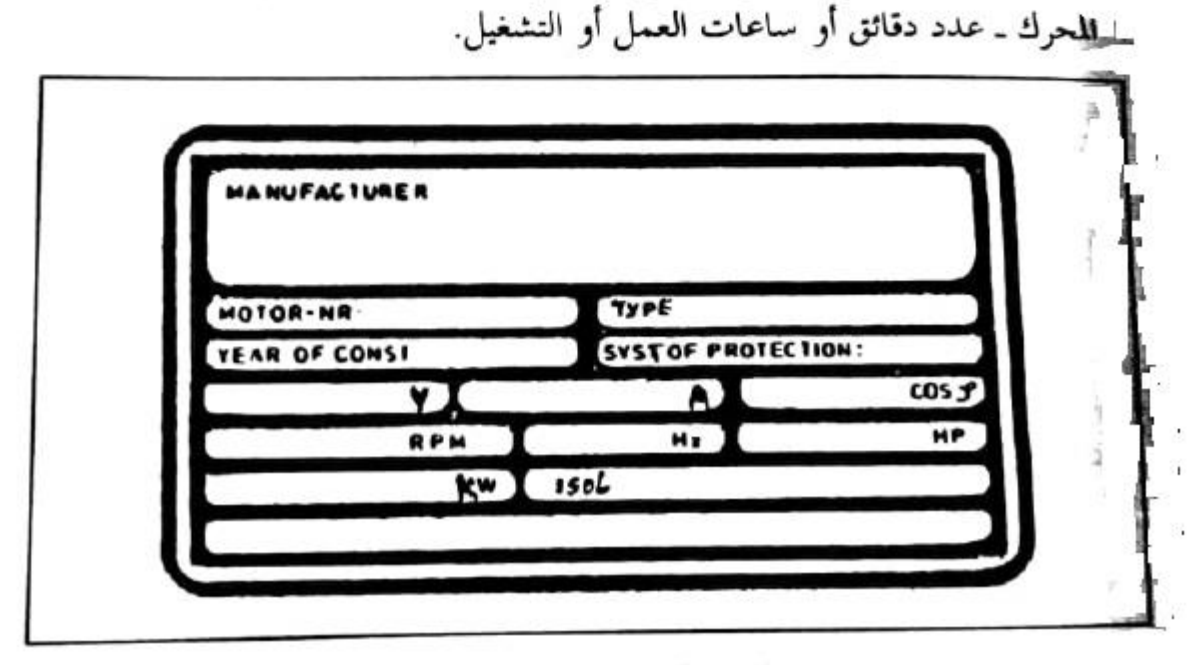
تضم جميع المعلومات اللازمة لاستثمار المحرك وتشغيله وهي بشكل رموز وأرقام باللغة الإنكليزية أو الفرنسية. ولا تضم اللوحة معلومات عن عدد اللفات وقطر السلك وطريقة الوصل الداخلي...

ومن المعلومات الهامة المسجلة ما يلي:

ـ اسم الشركة والبلد الصانع.

ـ الرقم المتسلسل للمحرك No أو SYRIE.

- نوع المحرك (مستمر DC -) (متناوب AC~) (أحادي 1~ AC1) (ثلاثي 3~ AC3)
- نموذج المحرك Model - TYPE
- التردد هرتز أو سيكل أو ذبذبة /ثانية Cycle - Hz
- الاستطاعة بالواط W أو الكيلوواط KW أو الحصان HP أو Ch أو CV
- التوتر الاسمي بالفولت V وقد يسجل رقمي فولت ورقمي أمبير
- شدة تيار الحمل الكامل A حسب توصيل المحرك نجمي أو مثلثي
- طريقة التوصيل Y نجمي - Δ مثلثي أو D دلتا
- نوع العازل وتصنيفه ISOL أو Insult وهو عادة E أو B
- سرعة الدوران بالدقيقة R.P.M أو T / min
- عامل الاستطاعة وهو أقل من واحد ويدعى تجب به = COSφ
- معلومات إضافية مثل تاريخ الصنع ـ نوع الحماية ـ التبريد والتهوية ـ وزن المحرك - عدد دقائق أو ساعات العمل أو التشغيل.

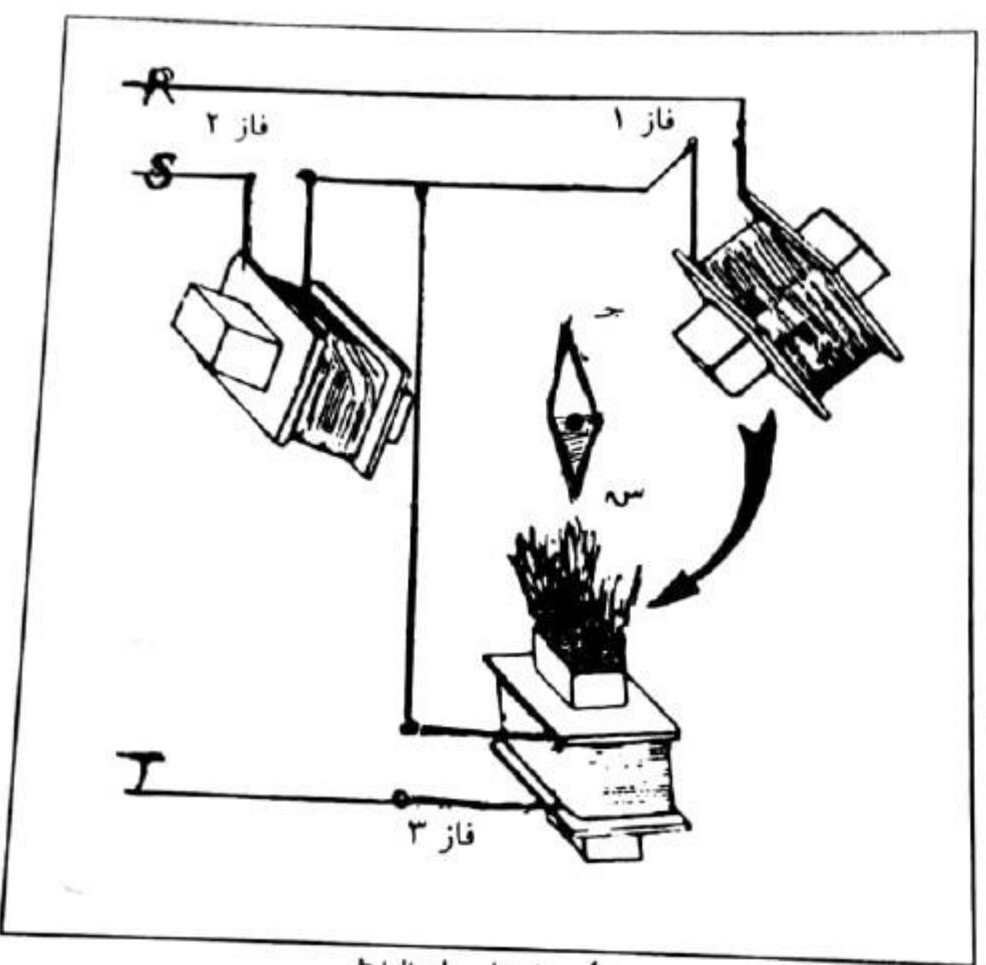


نموذج لوحة معلومات محرك

مبدأ عمل المحرك الثلاثي الطور:

إن ملفات أو مجموعات المحرك الثلاثي موزعة على مجاري العضو الثابت بحيث تكون الزاوية بينها (١٢٠°) وتوصل مع بعضها لتشكل توصيلاً نجمياً Y أو مثلثياً Δ بحيث تغذى كل مجموعة بفاز (طور) فيتولد في هذه الملفات تحريض

مغناطيسي بشكل سيالة مغناطيسية دوارة، فكأن التحريض المغناطيسي ينتقل من مجموعة إلى أخرى، فيتغير من قيمة أعظمية موجبة إلى قيمة أعظمية سالبة ماراً بنقطة الصفر متوافقاً مع المنحنى الجيبي للتيار في كل طور. وهذا التحريض المتغير يولد في ملفات العضو الدائر أو قفصه السنجابي تياراً كهربائياً تحريضياً يولد بدوره تحريضاً مغناطيسياً يعاكس السبب الذي أدى لحدوثه فتحدث قوى التجاذب والتنافر مؤدية لدوران العضو الدائر بسرعة تقل عن سرعة السيالة المغناطيسية الدوارة بما يدعى سرعة الانزلاق.



مبدأ عمل المحرك الثلاثي

الإبرة المغناطيسية تدور لأن المغناطيسية في كل ملف تتغير من أعظمية شمالي إلى صفر ثم أعظمية جنوبي بشكل متتابع من ملف لآخر بسبب فرق الصفحة بين كل فاز وآخر بمقدار ١٢٠° - وتدعى (السيالة المغناطيسية الدوارة) ويستبدل عوضاً عن الإبرة المغناطيسية بالقفص السنجابي فيدور متأثراً بالسيالةالدوارة وبنفس اتجاهها (توصيل الملفات Y نجمي)

وتتناسب سرعة السيالة الدوارة مع تردد التيار وعكساً مع عدد أقطابه.

إن وجود فتح في ملفات العضو الدائر أو في قضبان القفص السنجابي تضعف من عزم المحرك ودورانه لأن الملف المقطوع لا يتولد فيه تحريض مغناطيسي. وهكذا فالعضو الدائر يشبه الملف الثانوي للمحول بينما ملفات العضو الثابت تشبه الملفات الابتدائية له.

ويمكن توضيح مبدأ عمل المحرك الثلاثي بوضع ثلاث ملفات بزاوية (١٢٠°) ووضع إبرة مغناطيسية أو ما يشبه القفص السنجابي في المنتصف فحين تغذية الملفات بالتيار الثلاثي بعد وصلها بشكل نجمي أو مثلثي نجد أن الإبرة المغناطيسية أو القفص السنجابي يدور. وينعكس اتجاه الدوران إذا عكسنا تغذية أي فازين كما في الشكل.

استطاعة المحرك:

تقاس استطاعة المحرك بالواط أو الكيلوواط أو الحصان البخاري، وتسجل على لوحة المحرك وتحسب الاستطاعة الكهربائية بالقانون التالي:

استطاعة المحرك الأحادي = التوتر × الشدة × عامل الاستطاعة

عه = ف × س × تجب يه
واط = فولت × أمبير × عامل الاستطاعة
$W = V \times A \times COS\varphi$

استطاعة المحرك الثلاثي = $\sqrt{3}$ × التوتر بين فازين × الشدة في أحد الفازات × عامل الاستطاعة

عه = ١,٧٣ × ف × س × تجب يه
واط = ثابت × فولت × أمبير × عامل الاستطاعة
W = ثابت × $V \times A \times COS\varphi$

وهذه الاستطاعة عند الحمل الكامل للمحرك، أما عند دورانه بدون حمل فتكون أقل من ذلك بكثير حيث تكون الشدة صغيرة جداً وكذلك عامل الاستطاعة. وكلما زاد الحمل زادت الاستطاعة المستهلكة.

الاستطاعة الميكانيكية:

وتقاس بالحصان وتحسب كما يلي:

$$\text{الاستطاعة الميكانيكية بالحصان} = \frac{\text{الاستطاعة الكهربائية بالواط} \times \text{المردود}}{736 \times 100}$$

$$\text{عـه (بالحصان)} = \frac{\text{عـه بالواط} \times \text{المردود}}{736 \times 100}$$

عامل الاستطاعة في المحرك:

ورمزه ($COS\varphi$) أو (تجب يه)

$$\text{وهو} = \frac{\text{الاستطاعة الفعلية بالواط}}{\text{الاستطاعة الظاهرية بالفولت}}$$

ويكون منخفضاً عند دوران المحرك بدون حمل ويساوي حوالي ٠,٢٠.

ويصل إلى ٠,٨٠ - ٠,٩٠ عند الحمل الكامل.

مردود المحرك :

$$\text{ويساوي} \frac{\text{الاستطاعة الميكانيكة (الخرج)}}{\text{الاستطاعة الكهربائية (الدخل)}}$$

وتصل من ٨٥٪ إلى ٩٥٪

سرعة دوران المحرك:

وتقاس بالدورة /دقيقة وتسجل سرعة دوران المحرك عند الحمل الكامل على لوحته ورمزها R.P.M أو T / min وهي السرعة الفعلية.

وتساوي = السرعة النظرية - سرعة الانزلاق

وتتناسب سرعة المحرك طرداً مع تردد التيار وعكساً مع عدد الأقطاب وتحسب بالقانون التالي:

$$\text{السرعة النظرية} = \frac{\text{التردد} \times 120}{\text{عدد الاقطاب}}$$

$$\boxed{\text{سر} = \frac{120 \times \text{ت}}{\text{ط}}}$$

حيث سر = السرعة النظرية د/د

ت = التردد بالهرتز أو السيكل أو ذبذبة / ثانية

ط = عدد أقطاب المحرك وهو عدد زوجي دائماً ٢ - ٤ - ٦ - ٨ -

١٢٠ = عدد ثابت لأن التردد بالثانية والأصل عدد أزواج الأقطاب

ونلاحظ أن أسرع محرك عدد أقطابه /٢/

جدول سرعة المحركات النظرية د/د وهي سرعة السيالة المغناطيسية الدوارة

الأقطاب / التردد	٢ قطب	٤	٦	٨	١٠	١٢	١٤
٥٠ هرتز	٣٠٠٠	١٥٠٠	١٠٠٠	٧٥٠	٦٠٠	٥٠٠	٤٢٨
٦٠ هرتز	٣٦٠٠	١٨٠٠	١٢٠٠	٩٠٠	٧٢٠	٦٠٠	٥١٤

السرعة العملية للعضو الدائر = السرعة النظرية ـ سرعة الانزلاق

د/د = د/د ـ د/د

تتناسب سرعة الانزلاق مع سرعة المحرك ونسبة الحمل وتصميم المحرك وتتراوح من (٤ - ٥٪) في المحركات العادية وتكون من (١ ـ ٢٪) في المحركات ذات المواصفات العالية والكبيرة الاستطاعة.

شدة تيار المحرك:

تختلف شدة التيار المارة في المحرك وتكون أقل ما يمكن عند تشغيله بدون حمل وتكون أكبر ما يمكن عند إقلاعه وخاصة مع وجود الحمل.

شدة تيار اللاحمل:

تكون صغيرة جداً وتختلف حسب نوع المحرك واستطاعته

شدة تيار الإقلاع بدون حمل:

تكون كبيرة وقد تصل إلى (٣ - ٥) أضعاف الحمل الكامل وأحياناً أكثر ولكنها لحظية زمنها قصير جداً.

شدة تيار الحمل:

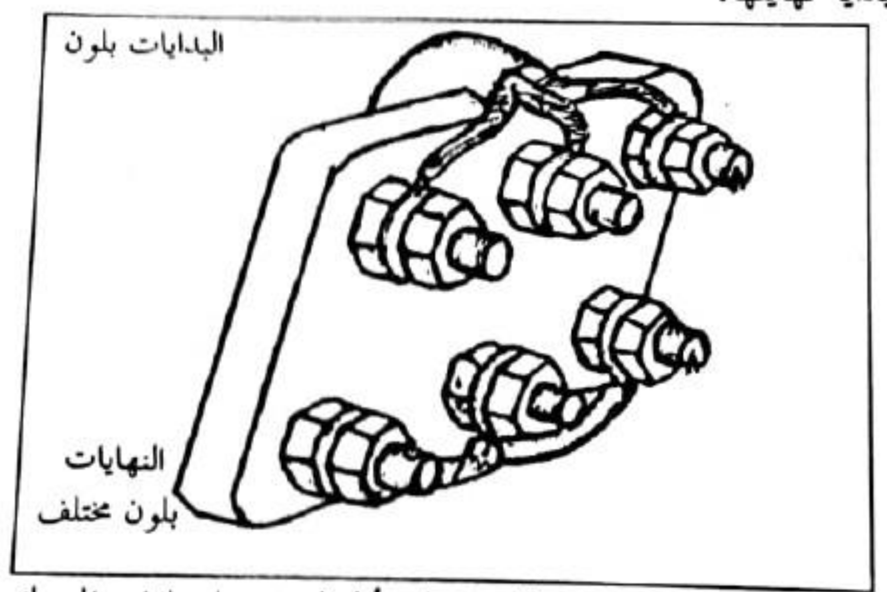
كلما زاد الحمل زادت شدة تياره حتى تصل إلى شدة الحمل الكامل وهي المسجلة على لوحة المحرك ويجب عدم تجاوزها حتى لا يتعرض المحرك للتعطل واحتراق عازل ملفاته.

توصيل ملفات المحرك الثلاثي (النجمي - المثلثي):

تتكون ملفات المحرك الثلاثي من ثلاث مجموعات متماثلة تماماً في عدد لفاتها وقطر أسلاكها وتوصيلها. وكل مجموعة فاز قد تتألف من مجموعة واحدة أو مجموعتين أو أكثر. ولذلك فإن المجموعات الكلية لملفات المحرك الثلاثي يكون عددها (٣) أو مضاعفاتها أي: (٣ ـ ٦ ـ ٩ ـ ١٢..) بخلاف المحرك الأحادي الذي عدد مجموعاته من مضاعفات العدد (٢) أي (٢ - ٤ - ٦ - ٨..).

فإذا حصلنا على معلومات طور واحد يكفي ذلك لمعرفة الملفات الكلية. وبما أن لكل مجموعة طور بداية ونهاية، فلذلك يخرج من المحرك الثلاثي ستة أطراف ثلاث بدايات وثلاث نهايات توصل إلى لوحة التوصيل المحتوية على ستة مآخذ على لوحة من البيكاليت أو الفيبر وتوصل كما يلي:

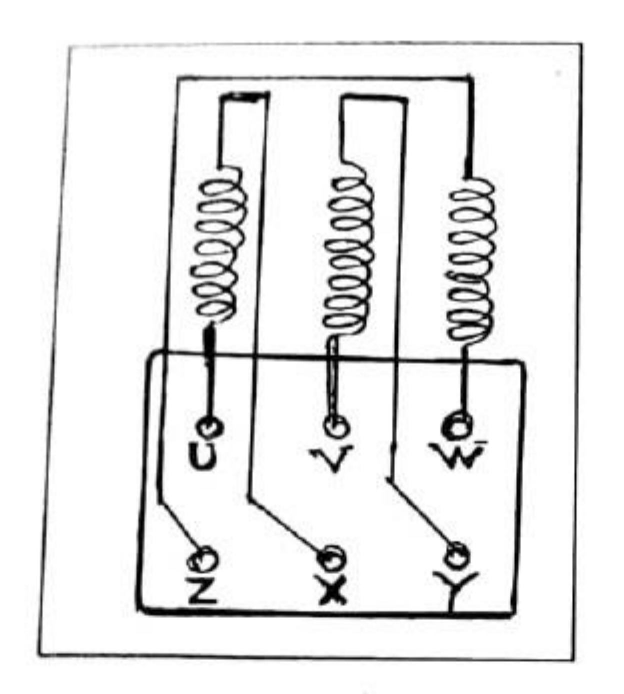
١ ـ توصل البدايات على صف واحد والنهايات على الصف الآخر بحيث لاتقابل كل بداية نهايتها.



لوحة توصيل محرك ثلاثي الطور وتظهر أطراف توصيل ملفات المحرك قبل توصيل اللوحة بشكل نجمي أو مثلثي

٢ ـ يجب تعليم البدايات بلون والنهايات بلون آخر أو وضع علامة على كل طرف. وعادة تستخدم الأحرف (U - V - W) ـ (Z X Y) أو البدايات (U_1 V_1 W_1) والنهايات (U_2 V_2 W_2) أو (E_1 E_2 E_3) والنهايات (S_1 S_2 S_3).

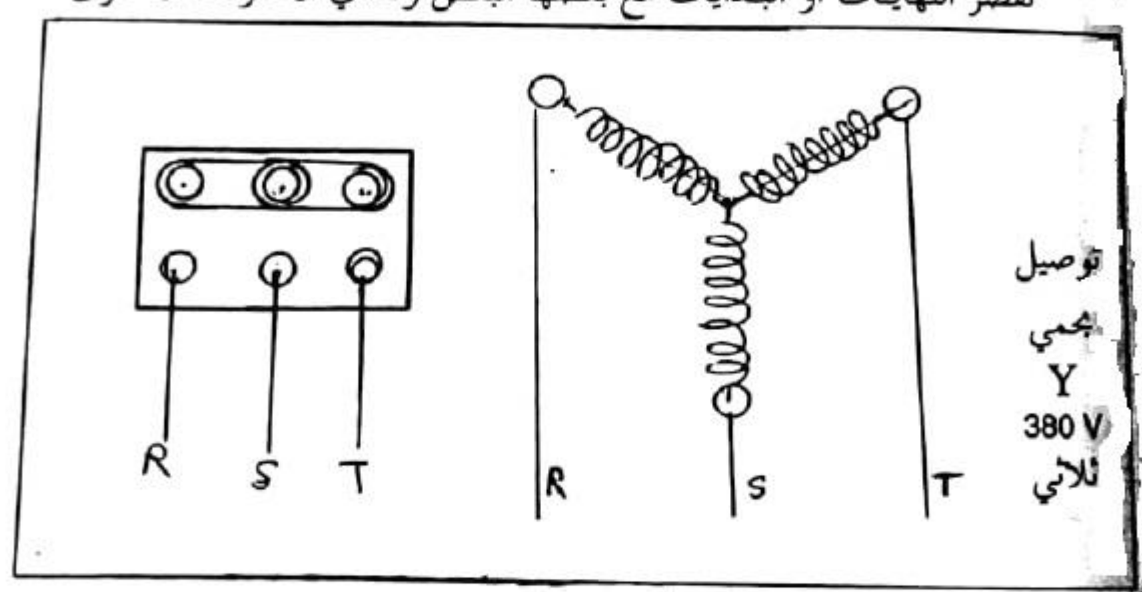
أما تغذية المحرك بالتيار الثلاثي فلا تتم إلا إذا قمنا بتوصيل اللوحة بالشكل النجمي Y أو المثلثي Δ (دلتا) كما يلي:



توصيل أطراف المحرك الثلاثي
مع لوحة التوصيل

التوصيل النجمي Y:

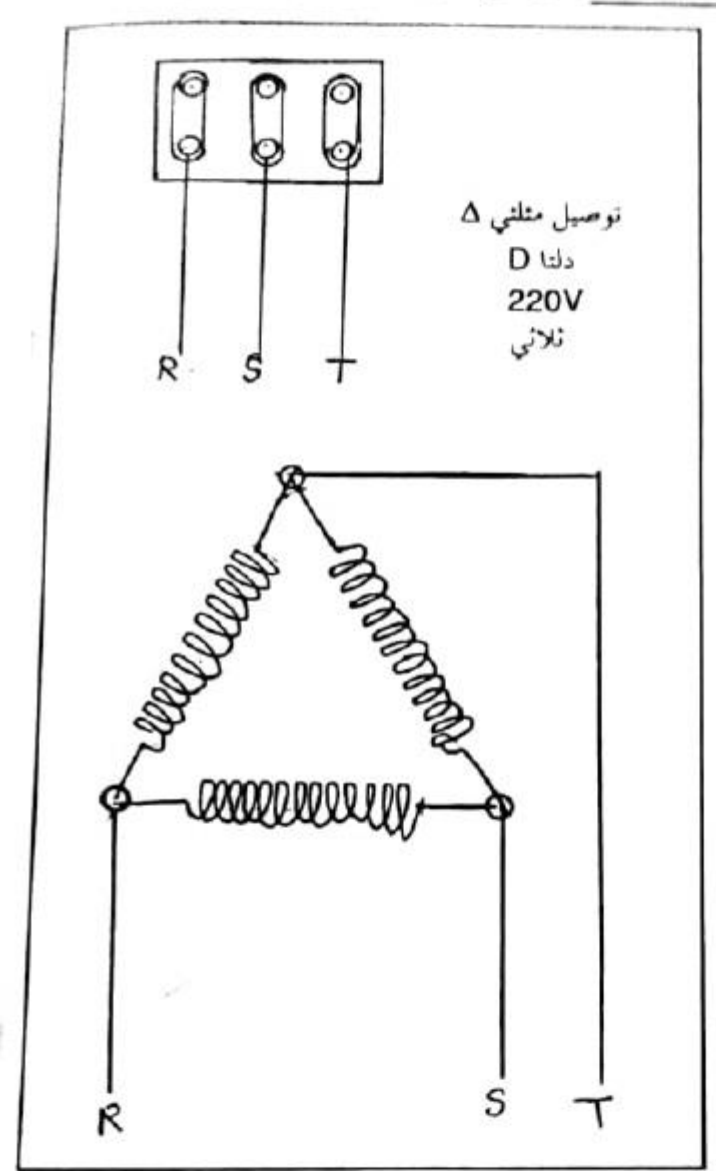
تقصر النهايات أو البدايات مع بعضها البعض وتغذي الأطراف الأخرى



التوصيل النجمي

وفي هذه الحالة إذا وصل بتوتر ثلاثي (٣٨٠ف) نجد أنه التوتر الواصل لكل مجموعات فاز (٢٢٠ فولت) ونجد أن شدة التيار المارة في خط الطور هي نفسها مجموعات كل طور وقد دعي توصيل نجمي لأن توصيل المجموعات يشبه النجم Y.

التوصيل المثلثي Δ ويدعى دلتا D: توصل اللوحة كما في الشكل.



أي بداية كل طور مع نهاية الطور الآخر ويصل لكل مجموعات طور التوتر بين فازين فإذا غذينا المحرك بتوتر (٣٨٠ف) يصل لكل مجموعات طور (٣٨٠فولت) بينما تكون شدة التيار في خط الطور تساوي (شدة تيار المجموعة × $\sqrt{٣}$).

فالمحرك الثلاثي في التوصيل المثلثي يتحمل توتر أقل من التوصيل النجمي بمقدار ($\sqrt{٣}$) وشدة تيار المثلثي أكبر من النجمي بمقدار ($\sqrt{٣}$) أيضاً.

ولذلك فكل محرك ثلاثي مسجل عليه رقمي فولت ورقمي أمبير وطريقتي التوصيل Y نجمي ومثلثي Δ .

مثال: محرك ثلاثي مسجل عليه

Y/Δ
380 / 220 V
2 / 3,4 A

أي إذا كان توتر الشبكة (٣٨٠ ف) فيجب توصيله بشكل نجمي Y ويسحب تيار الحمل (٢ A).

أما إذا كان توتر الشبكة (٢٢٠ف) (بين كل فازين) فيجب توصيله بشكل مثلثي ويسحب تياراً قدره (٣,٤ A) عند الحمل الكامل.

ملاحظة ١: إن توتر الشبكة في سوريا (٣٨٠ فولت) بين كل فازين وفي بعض الدول (٢٢٠ فولت) فالمحرك إذا وصل هنا بشكل نجمي Y فيوصل في تلك الدول بالشكل المثلثي Δ.

ملاحظة ٢: إذا وصل المحرك بالشكل المثلثي وأعطي توتر التوصيل النجمي أي أعطي توتر (٣٨٠ف) كما في المثال السابق فإن المحرك تحترق ملفاته.

وإذا وصل بشكل نجمي وأعطي توتر المثلثي فإن المحرك يدور باستطاعة ضعيفة ولايمكن تشغيله على الحمل المخصص له.

ملاحظة ٣: إذا تقيدنا بالتوصيل والتغذية فإن استطاعة المحرك لاتتغير في النجمي أو المثلثي.

إقلاع وتشغيل المحركات الكبيرة الاستطاعة:

إن شدة تيار إقلاع المحركات الكبيرة الاستطاعة يكون كبيراً وتأثيره سيئاً وضاراً في الشبكة وأجهزة الحماية وملفات المحرك نفسه كما يرافقه هبوط كبير في التوتر يظهر على أجهزة الإضاءة ومحركات الآلات المغذاة في نفس الشبكة لذلك تتبع إحدى طرق الإقلاع التالية:

١ - الإقلاع بالتوصيل النجمي ثم التشغيل الدائم بالتوصيل المثلثي. على أن يكون توتر الشبكة هو التوتر المثلثي للمحرك. وبذلك نضمن أن يكون تيار الإقلاع ضعيفاً نسبياً، فإذا كانت الشبكة الثلاثية (٣٨٠ ف) فإن المحرك ذو توتر اسمي Y ٦٦٠ ف Δ ٣٨٠ ف ولتنفيذ هذه الطريقة يستخدم ما يلي:

أ - مبدلة يدوية ذات ثلاثة وضعيات O ← Y ← Δ توصل أطراف المحرك الستة إليها وكذلك خطوط الفازات. فيقلع المحرك بالتوصيل النجمي Y وبالتوتر (٣٨٠ ف) بينما يتحمل (٦٦٠ ف) وبعد فترة قصيرة تدار المبدلة إلى التوصيل المثلثي ويكون توتره صحيحاً واستطاعته بنفس قيمتها الاسمية.

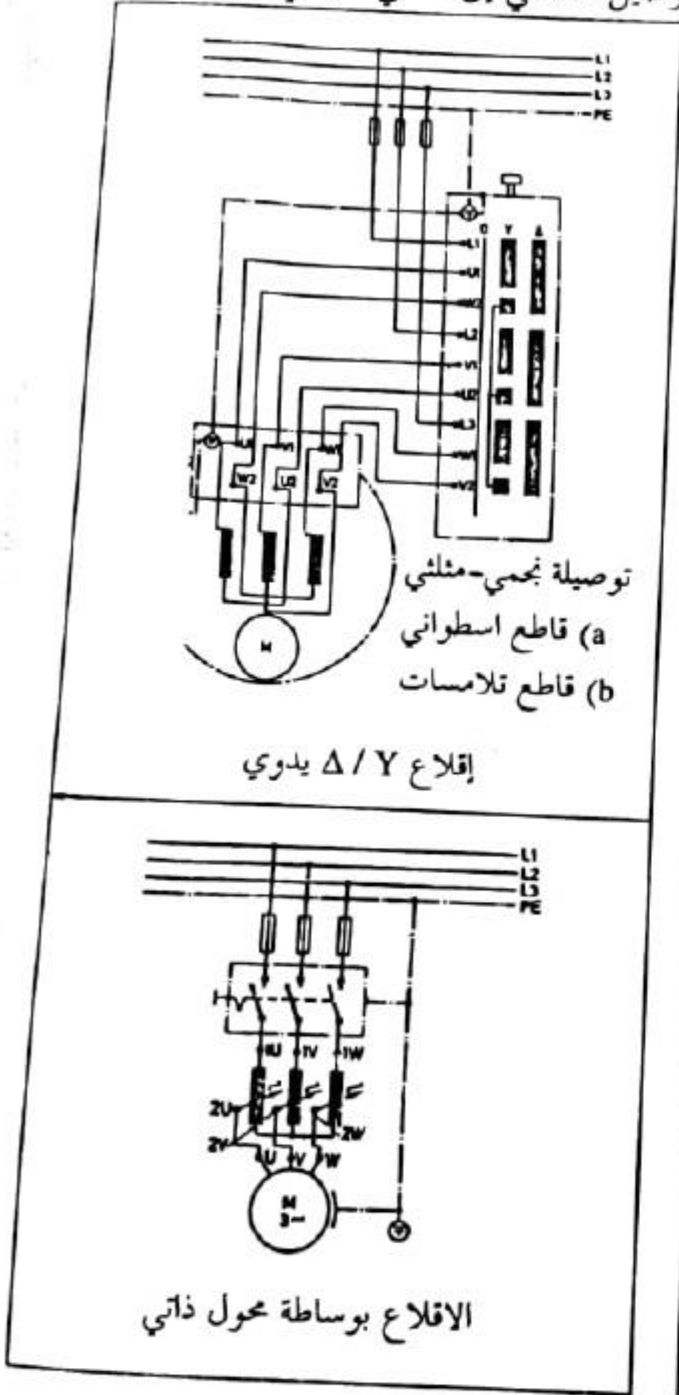
ب - دارة تحكم بقواطع آلية (كونتاكتورات) ولها كباسة إقلاع فيبدأ المحرك بالوصل النجمي، وكباسة تشغيل بالوصل المثلثي وكباسة للإيقاف ولا يمكن تسلسل التشغيل إلا بالنجمي ثم المثلثي، وتدعى دارة تحكم نصف آلية.

جـ - دارة تحكم آلية باستخدام قواطع آلية ومؤقت زمني وكباسة واحدة تضغط عند الرغبة بتشغيل المحرك فيوصل المحرك بشكل نجمي، وبعد فترة محددة يضبطها المؤقت ينتقل المحرك للتوصيل المثلثي Δ .

٢ - الإقلاع عن طريق مجموعة مقاومات تسلسلية مع المحرك تحذف بعد إقلاع

المحرك على مراحل أو دفعة واحدة فبذلك يضعف تيار الإقلاع ونتجنب مساوؤه وأضراره.

٣ - الإقلاع عن طريق محول ذاتي ثلاثي يغذي المحرك بتوتر ضعيف عند الإقلاع ثم يغذيه بتوتره الاسمي بعد أن تبلغ سرعته السرعة النظامية. ويمكن استخدام دارة تحكم نصف آلية أو آلية بإضافة مؤقت زمني يمكن ضبطه على الزمن المناسب اللازم للانتقال آلياً من التوصيل النجمي إلى المثلثي النهائي.



إقلاع Y / Δ يدوي

الاقلاع بوساطة محول ذاتي



الاقلاع بوصل مقاومات مع ملفات الدائر في المحرك ذو الدائر الملفوف

أنواع التوصيل الداخلي لملفات المحرك الثلاثي:

إن المحرك الثلاثي يتكون من ثلاث مجموعات وكل مجموعة طور تكون مؤلفة من مجموعة واحدة أو أكثر فيمكن توصيلها على التسلسل أو التفرع بما يتناسب مع توتر الشبكة والتوتر المخصص لكل مجموعة ومن المعلوم سابقاً أن:

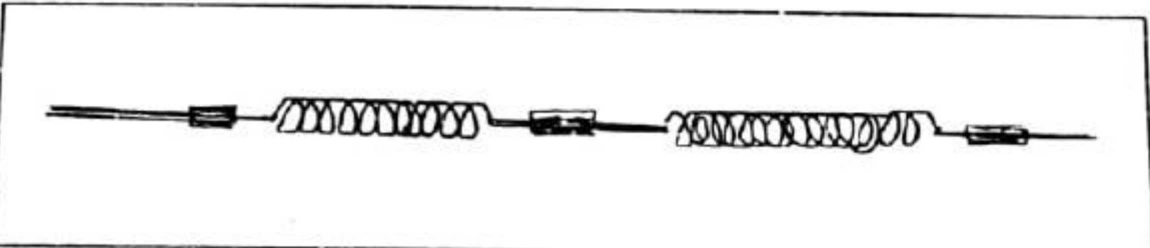
أ - توتر كل مجموعة في الوصل التسلسلي = $\frac{\text{التوتر الكلي}}{\text{عدد المجموعات التسلسلية}}$ وتكون شدة التيار متساوية

ب - توتر كل مجموعة في الوصل التفرعي = التوتر الكلي. وهو متساو في كل المجموعات التفرعية وشدة التيار الكلية = مجموع الشدات الفرعية

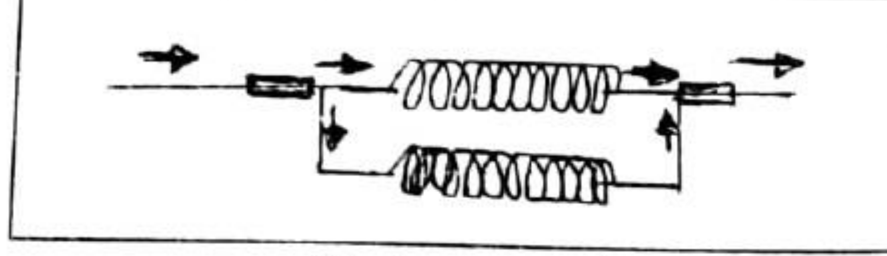
وسواء كان التوصيل تسلسلي أو تفرعي تبقى إمكانية التوصيل في لوحة المحرك بشكل Y أو Δ كما هي:

وفي كل الحالات يجب أخذ معلومات توصيل المحرك بشكل صحيح وكامل قبل نزع ملفاته لإعادة لفه.

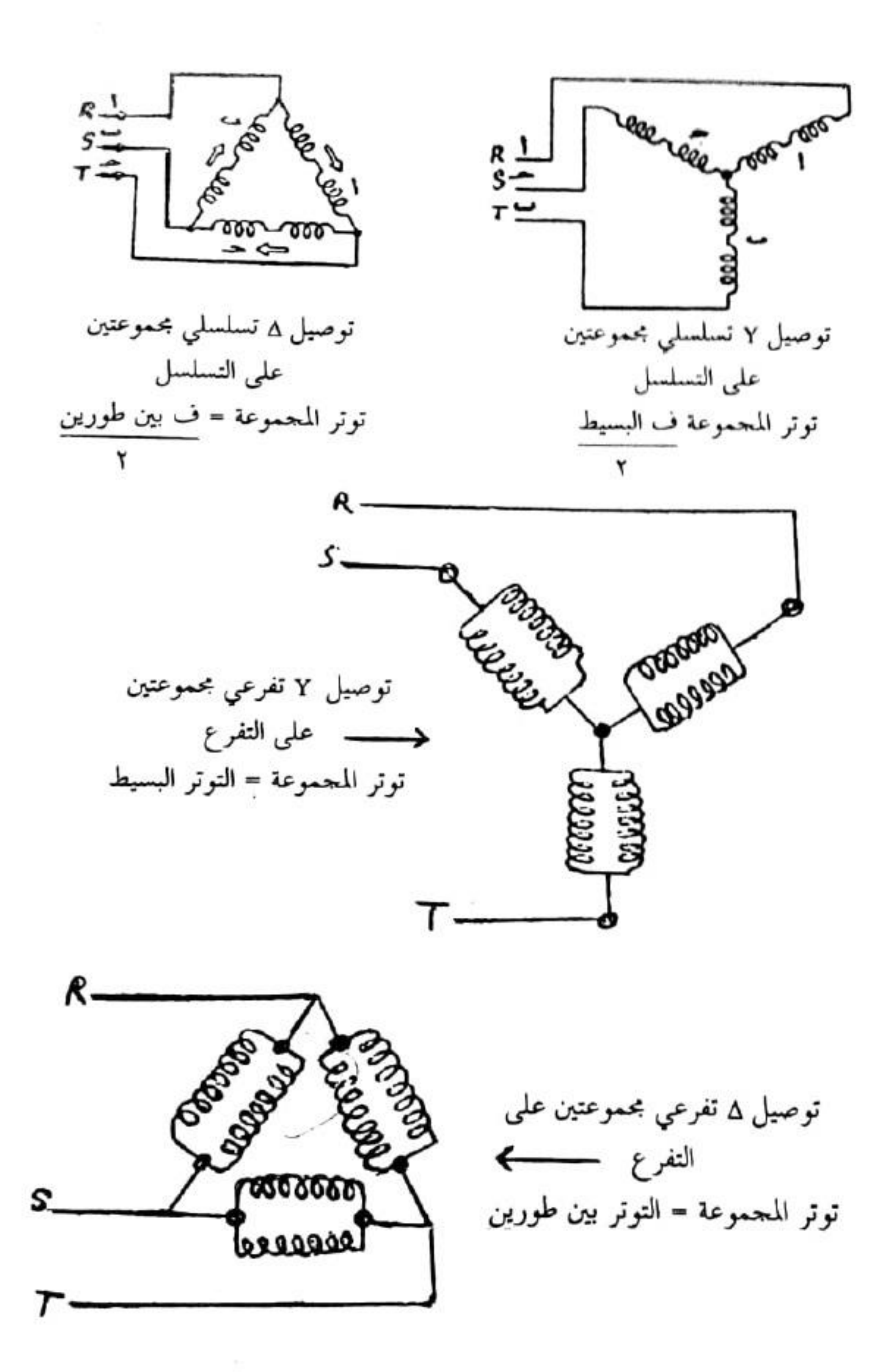
ومن الناحية العملية يمكن معرفة التوصيل التسلسلي بتتبع بداية أو نهاية أطراف المجموعات وكشف عدم وجود أي وصلة تفرعية فيها، بينما التوصيل التفرعي فنلاحظ أن بداية ونهاية أطراف المجموعات متصلة مع غيرها بشكل دارتين أو ثلاث دارات أو أكثر على التفرع.



وصل مجموعتين على التسلسل



وصل مجموعتين على التفرع



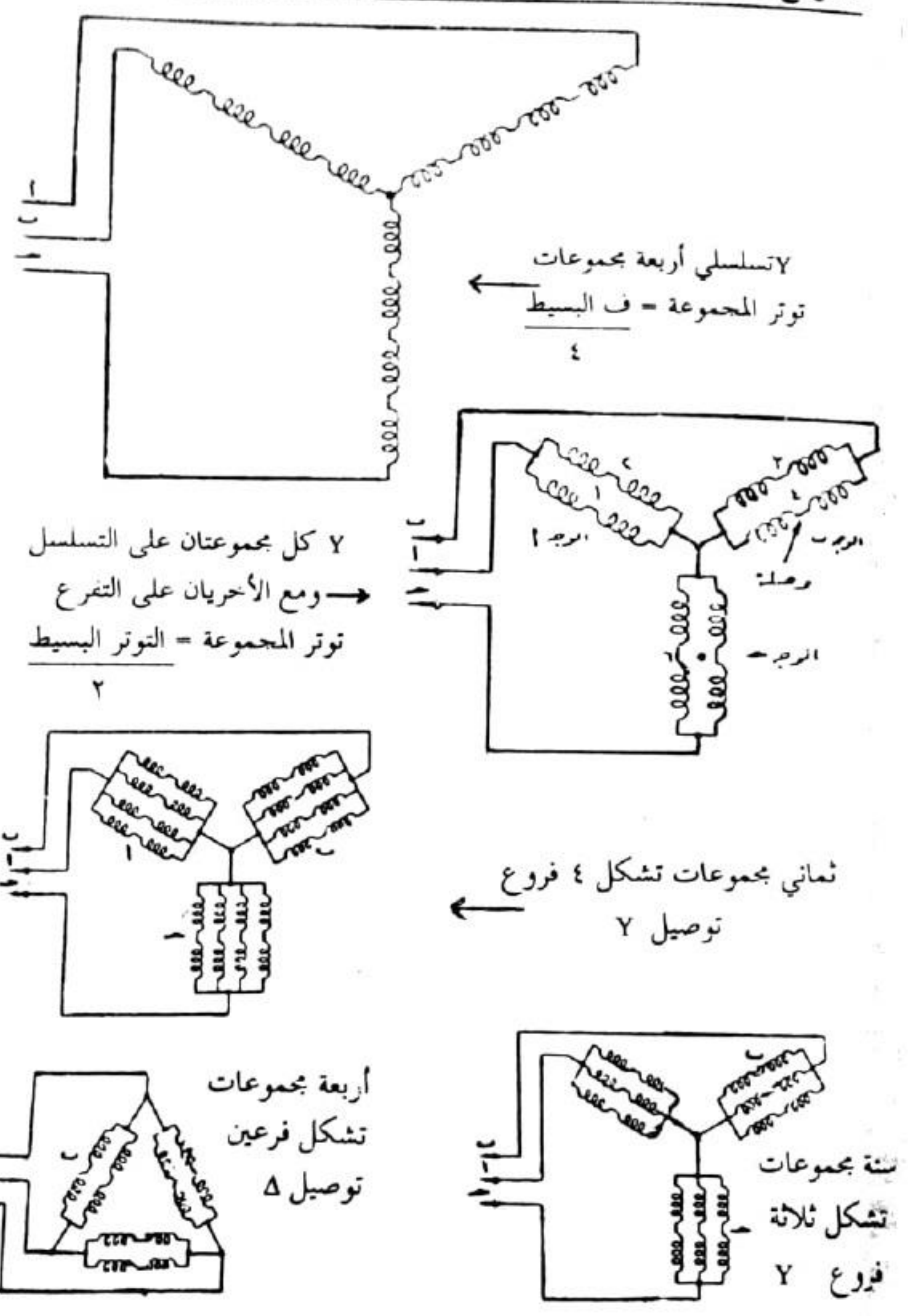
توصيل Y تسلسلي بمجموعتين
على التسلسل
توتر المجموعة ف البسيط / ٢

توصيل Δ تسلسلي بمجموعتين
على التسلسل
توتر المجموعة = ف بين طورين / ٢

توصيل Y تفرعي بمجموعتين
على التفرع ←
توتر المجموعة = التوتر البسيط

توصيل Δ تفرعي بمجموعتين على
التفرع ←
توتر المجموعة = التوتر بين طورين

الأنواع المختلفة للتوصيل في ملفات المحركات الثلاثية



أعطال المحركات الثلاثية

أ ـ الأسباب المؤدية إلى حدوث الأعطال في المحرك.

١ ـ زيادة توتر تغذية المحرك عن التوتر الاسمي المسجل عليه وخاصة إذا كانت الزيادة كبيرة. وكذلك ضعف التوتر بشكل كبير وخاصة مع وجود حمل المحرك.

٢ ـ انقطاع أحد خطوط التغذية الثلاثية من داخل المحرك أو خارجه (في المحرك الثلاثي فقط).

٣ ـ توصيل لوحة المحرك بشكل غير صحيح بما يتناسب مع توتر الشبكة. مثال تغذية المحرك بـ (٣٨٠ف) وتوصيله بشكل Δ بدلاً من النجمي Y أو تغذيته بتوتر ٢٢٠ف وتوصيله على ١١٠ف في الأحادي.

٤ ـ زيادة الحمل على المحرك بسبب سوء استخدام الآلة أو زيادة حملها.

٥ ـ تشغيل المحرك لزمن طويل في درجة حرارة عالية.

٦ ـ نقص في التهوية بسبب ظروف المكان أو إنسداد فتحات التهوية.

٧ ـ تسرب الرطوبة أو الماء إلى الملفات أو لوحة الوصل.

٨ ـ نقص التشحيم أو التزييت أو جفافهما بعد تقادم عمل المحرك مما يسبب زيادة الاحتكاك أو تعطل (الرولمانات أو الباغات).

٩ ـ إلتواء أو تقوس في محور الدوران بسبب صدمة أو زيادة الحرارة.

١٠ ـ تلامس المروحة مع الملفات بسبب خلل تثبيتها أو تخلخل في رباط الملفات.

١١ ـ تخلخل أو فصل في لحام وصلات الملفات أو انقطاع في ملف لسبب من الأسباب.

١٢ ـ عطل في دائر القفص السنجابي مثل تشقق في قضبان الألمنيوم بعد ارتفاع حرارته ويصعب كشف هذا العطل النادر ويلزم غالباً استبدال العضو الدائر بمثله لإصلاح المحرك.

ب ـ أما أسباب تعطل المحرك المعاد لفه حديثاً فهي:

١ ـ خطأ في توصيل الملفات أو المجموعات مع بعضها أو استبدال التسلسلي بتفرعي أو العكس أو وجود مجموعات طور معكوسة أو ملف داخل مجموعة.

٢ ـ خطأ في عدد اللفات أو قطر السلك.
٣ ـ خطأ في خطوة التنزيل.
٤ ـ احتكاك وتلامس بين اللفات وجسم المحرك.
٥ ـ تنزيل بعض اللفات خلف العازل الكرتوني في المجرى أو نقص في طول غطاء العازل الكرتوني.
٦ ـ إعادة تركيب الأجزاء بشكل غير صحيح.
٧ ـ توصيل المكثف مع ملفات التشغيل بدل الإقلاع أو عدم التقيد بسعة المكثف أو توتره.

ظواهر وعلامات أعطال المحرك:

١ ـ المحرك لايقلع مع عدم وجود أي صوت.
٢ ـ المحرك لايقلع مع وجود صوت أزيز يدل على وصول التيار إلى ملفاته.
٣ ـ المحرك يقلع وعزم دورانه ضعيف.
٤ ـ ارتفاع حرارة المحرك بعد فترة قصيرة.
٥ ـ إنصهار الفاصمة أو فصل القاطع الأتوماتيكي عند كل إقلاع.
٦ ـ زيادة شدة التيار في أحد الأطوار أو اكثر.
٧ ـ إصدار رائحة احتراق الورنيش وظهور دخان.
٨ ـ تكهرب جسم المحرك.

وتقسم هذه الأعطال إلى:

أ ـ أعطال كهربائية. ب ـ أعطال ميكانيكية.

الأعطال الكهربائية:

١ ـ انقطاع فاز واحد أو فازين.
٢ ـ زيادة التوتر أو ضعفه.
٣ ـ خطأ في توصيل اللوحة أو خلل في مرابطها.
٤ ـ فصل داخلي في ملفات طور واحد أو أكثر أو تخلخل اللحام.
٥ ـ تلف العازل في الملفات وقصر فيها.
٦ ـ تلامس بين اللفات والجسم المعدني مؤدياً لتكهرب الجسم المعدني.
٧ ـ تسرب الرطوبة أو الماء إلى الملفات.
٨ ـ زيادة الحمل أو زيادة شد السير على بكرة المحرك أو تلف مسننات الربط.

الأعطال الميكانيكية:

١ ـ نقص في تشحيم الرولمانات أو زيت الباغات ويؤدي إلى ضجيج المحرك أثناء الدوران وارتفاع حرارته وخاصة قريباً من كراسي المحور.

٢ ـ تلف في الرولمانات أو الباغات أو تأكسدها بالرطوبة وله نفس مظاهر العطل السابق وقد يؤدي إلى صعوبة دوران المحور (كربجته) فتحترق ملفات المحرك.

٣ ـ تلامس بين العضو الدائر والثابت بسبب التواء المحور أو عدم تركيب الأغطية بشكل صحيح.

٤ ـ تلامس بين المروحة والملفات.

٥ ـ دخول جسم غريب مثل الرمل أو الغبار أو قطع صغيرة بين الدائر والثابت.

٦ ـ زيادة شد السير (القشاط) أو مسننات الربط مع المحرك.

استخدام كراسي المحور (الرولمانات) في المحرك:

إن كراسي المحور تدعى (رولمانات) أو (بيليات) أو مدحرجات وهي التي تسهل دوران محور المحرك بأقل احتكاك ممكن ويتألف من الحلقة الداخلية التي تدور مع المحور وتحيط به وقطرها الداخلي يساوي قطر المحور تماماً ــ وحلقة خارجية يحيط بها جسم الغطاء. وبين الحلقتين توجد الكرات الفولاذية الناعمة جداً والقاسية تتحرك في مجرى خاص مملوء بالشحم المعدني المناسب وتتماسك الكرات بطوق خاص وقد يكون لها شكل اسطواني أو مخروطي في بعض الأنواع الكبيرة.

الكرات الفولاذية

كرسي محور (رولمان)

وقد يغطى جانب من الرولمان لحمايته من دخول الرطوبة والغبار وأحياناً يغطى الجانبان وفي هذه الحالة يكون مجهزاً بالشحم الكامل.

يظهر على الرولمان رقم خاص يدل على مواصفاته العالمية مثل (6201 - 6202Z - 6203...).

بعد العمل الطويل تجف مادة الشحم وقد تدخله الرطوبة أو الماء مما يسبب زوال الشحم والصدأ ثم الإحتكاك بين الكرات الفولاذية وجسم الرولمان فتكبر مسافة المجرى ويزداد تأكسد المعدن فيصبح دورانه صعباً وإحتكاكه كبيراً. وله صوت قوي واضح (ضجيج) ومن مظاهر عطل الرولمان:

١ ـ وجود الأكسدة عليه ودورانه بصعوبة مع وجود اهتزاز.

٢ ـ دورانه بسهولة مع وجود تخلخل بين الحلقة الداخلية والخارجية مما يؤدي إلى جفاف الشحم واحتراقه بسرعة.

٣ ـ وجود تخلخل بحيث إذا ثبت القسم الداخلي باليد يمكن تحريك القسم الخارجي للرولمان وأرجحته بشكل عمودي على محوره.

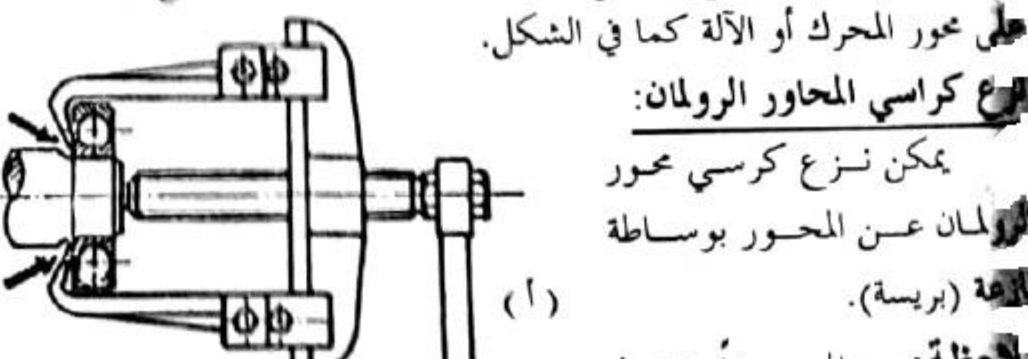
البريسة (أداة نزع الرولمان):

تتألف من ذراعين أو ثلاثة أذرع مقوسة الأطراف متمفصل على قطعة تتحرك على محور مسنن ذو طرف مدبب أو مرتكز على كرة فولاذية صغيرة للتمركز على ثقب محور المحرك أثناء العمل. والطرف الآخر له رأس مسدس الجوانب ليمكن تدويره بمفتاح شد مناسب.

تركز أطراف الأذرع تحت الرولمان أو بكرة المحرك المطلوب سحبها ويوضع رأس المحور على نقطة مركز محور المحرك ثم يدار المحور المسنن بمفتاح شق فيضغط على محور المحرك ويؤدي إلى سحب الرولمان العاطل بالتدريج وبشكل متوازن.

ويجب قبل هذه العملية التأكد من تنظيف محور المحرك من الصدأ وإزالة ما يعيق خروج الرولمان بواسطة ورق صنفرة أو مبرد ناعم ووضع نقطة زيت عليه.

وهناك بريسة لنزع كراسي المحور الداخلية وأخرى لنزع البكرات المثبتة على محور المحرك أو الآلة كما في الشكل.

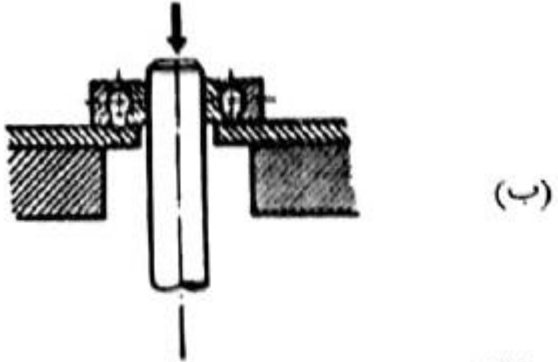


(أ)

نزع كراسي المحاور الرولمان:

يمكن نزع كرسي محور الرولمان عن المحور بوساطة النازعة (بريسة).

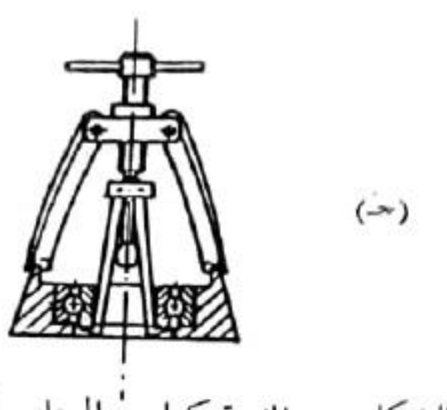
ملاحظة: من المهم جداً ضغط الحلقة الموجودة على المحور فقط بوساطة النازعة.



(ب)

... كرسي محور الرولمان يمكن استعمال قطعتي حديد مبسطتين ... على فكي ملزمة.

اخرج المحور بضربات خفيفة بوساطة مطرقة، شريطة استعمال قطع واقية مثل الخشب أو النحاس الاحمر أو الالومنيوم على نهاية المحور، حتى تتجنب تخريب المحور.

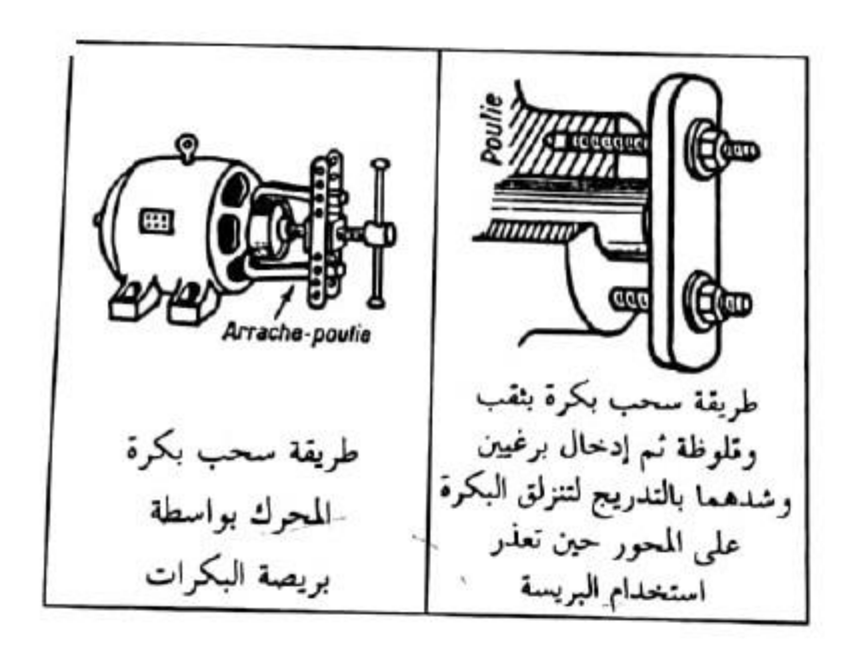


(ج)

الشكل يبين نازعة كراسي المحاور الداخلية.



طريقة سحب الرولمان بالبريسة



طريقة سحب بكرة بثقب وقلوظة ثم إدخال برغيين وشدهما بالتدريج لتنزلق البكرة على المحور حين تعذر استخدام البريسة

طريقة سحب بكرة المحرك بواسطة بريصة البكرات

نموذج طرق متابعة عطل ما في المحرك

جدول رقم (١) المحرك لا يقلع وليس فيه صوت:

ـ مظهر العطل ← المحرك لا يقلع وليس فيه صوت

الأسباب:	فاز أو أكثر فيها انقطاع
١ ـ الاحتمال (١) الاصلاح	صفائح وصل اللوحة غير مشدودة تماماً لتحقيق الوصل النجمي أو المثلثي. التأكد من شد صواميل اللوحة.
٢ ـ الاحتمال (٢) الاصلاح	توصيل أطراف البدايات والنهايات غير صحيح مع اللوحة. التأكد من الأطراف بمجال الأوم أو مصباح السيري.
٣ ـ الاحتمال (٣) الاصلاح	انقطاع داخلي في الوصلات أو الملفات أو تخلخل اللحام. فك الأغطية وتتبع الملفات
٤ ـ الاحتمال (٤) الاصلاح	تلف الملفات واحتراق العازل إعادة لف المحرك كلياً.

جدول رقم (٢) المحرك لا يقلع وله صوت:

ـ مظهر العطل ← المحرك لا يقلع وله صوت

الأسباب:	انقطاع في أحد الملفات أو خطأ في توصيل وصلات اللوحة.
١ ـ الاحتمال (١)	وصلات اللوحة غير مشدودة تماماً ← شد الصواميل تماماً
٢ ـ الاحتمال (٢)	توصيل البدايات والنهايات غير صحيح ← تأكد من ذلك بالأوم أو السيري
٣ ـ الاحتمال (٣)	تخلخل في لحام الملفات أو انقطاعها ← فك الأغطية وتأكد من الملفات والوصلات
٤ ـ الاحتمال (٤)	تلف الملفات واحتراق العازل المغلف لها ← إعادة لف المحرك كلياً.

❀ ❀ ❀

المحرك ذو الدائر الملفوف

يختلف عن المحرك الثلاثي الصناعي (ذو القفص السنجابي) في العضو الدائر الذي يحتوي على ملفات داخل مجاريه توصل أطرافها إلى (٣) حلقات نحاسية مثبتة على محور الدوران ومعزولة عن بعضها وعن المحور وتدعى حلقات الانزلاق:

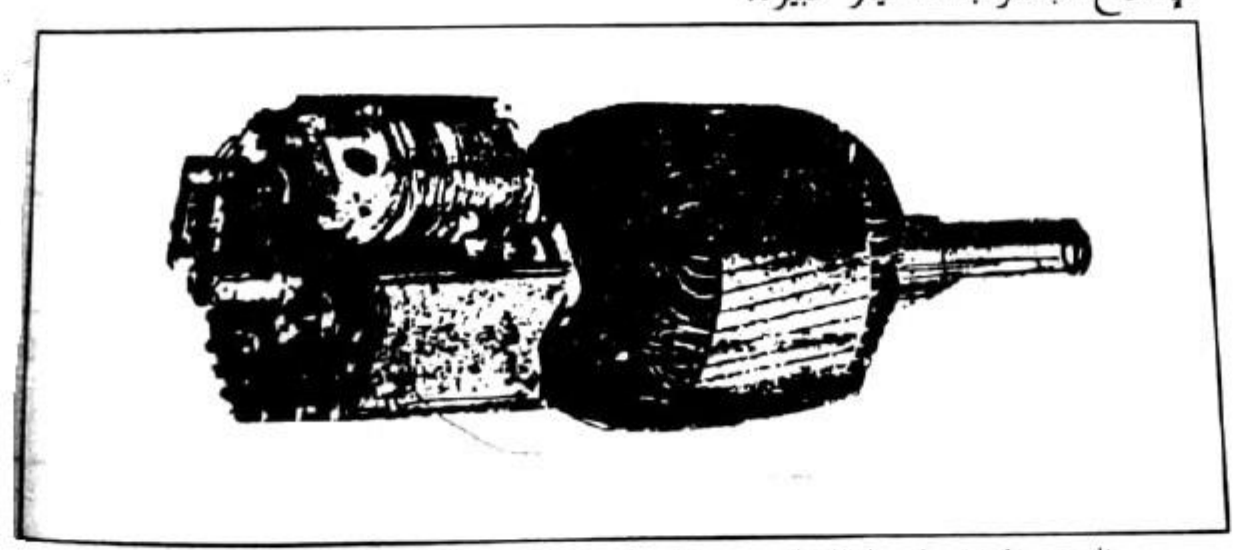
العضو الدائر الملفوف:

يتكون من صفائح الحديد السيليسي الرقيقة (٠,٥ مم) والمجمعة مع بعضها بشكل إسطواني داخله محور الدوران ولها مجاري موازية للمحور أو تميل عليه قليلاً. تعزل هذه المجاري أو الفتحات وتنزل فيها الملفات بحيث تشكل ثلاث مجموعات توصل عادة بشكل نجمي.



العضو الدائر لمحرك القلب الملفوف

والأطراف الأخرى تصل إلى حلقات الانزلاق المكونة من النحاس القاسي أو من البرونز مثبتة على المحور ومعزولة عنه تماماً وتلامسها ثلاث صفرات (فحمات) توصل بمجموعة مقاومات ثلاثية تفيد في إقلاع المحرك تدريجياً لتفادي الإقلاع المباشر بشدة تيار كبيرة.



العضو الدائر لمحرك ثلاثي مع مقاومات اقلاع بمبدأ القوة الطاردة المركزية

إقلاع المحرك ذو الدائر الملفوف:

إن إقلاع المحرك مباشرة يؤدي لزيادة كبيرة في شدة التيار لها أثر ضار على الشبكة وملفات المحرك وأجهزة الحماية. ولتجنب ذلك وخاصة في المحركات الكبيرة الاستطاعة تستخدم مقاومات إقلاع ثلاثية تتصل بواسطة الفحمات مع ملفات الدائر ثم تقصر تدريجياً بعد إقلاع المحرك ولها أنواع مختلفة:

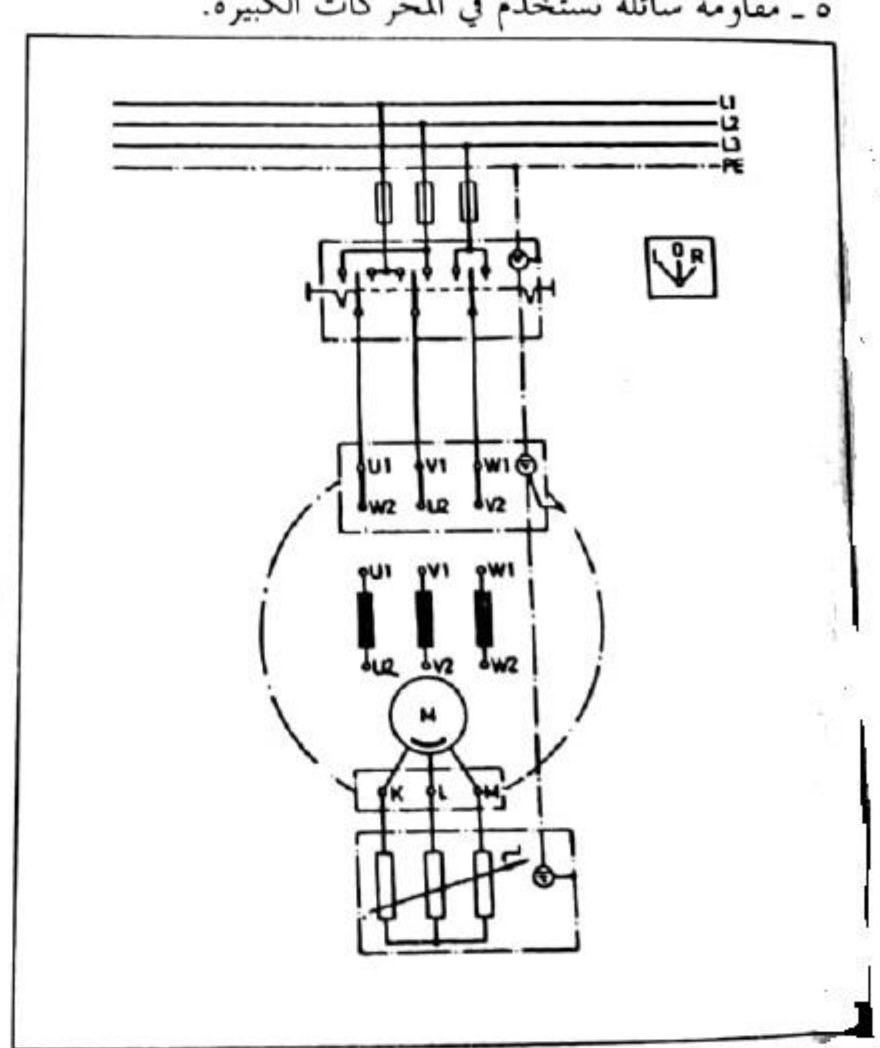
١ ـ مقاومات ثلاثية ذات ذراع منزلق ثلاثي.

٢ ـ مقاومات ثلاثية ذات ذراع دوار ثلاثي.

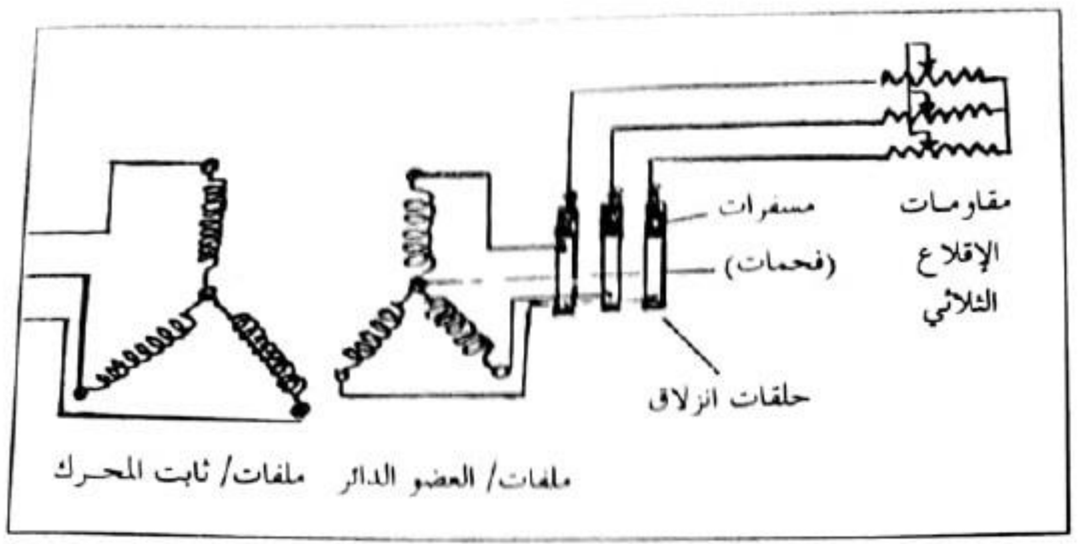
٣ ـ مقاومات ثلاثية تقصر بشكل آلي عن طريق كونتاكتورات ومؤقت زمني.

٤ ـ مقاومات ثلاثية تقصر أتوماتيكياً مع ازدياد سرعة الدوران وذلك على مبدأ القوة النابذة، أي كلما زادت السرعة تقصر المقاومات ثم تحذف نهائياً عند الدوران الطبيعي.

٥ ـ مقاومة سائلة تستخدم في المحركات الكبيرة.



محرك دائر ملفوف مع مقاومة بدء حركة موصولة مع دارة الدائر



توصيل محرك ثلاثي دائر ملفوف مع مقاومات إقلاع متغيرة لتخفيف تيار الإقلاع

أعطال العضو الدائر الملفوف:

يتعرض لنفس الأعطال العامة التي تصيب أي جهاز كهربائي كحدوث تخلخل في الوصلات أو قصر بين الملفات أو تلامس مع الجسم المعدني وخاصة بسبب دورانه وتعرضه لقوى الطرد المركزي التي قد تسبب في خروج بعض اللفات من مجاريها وخاصة إذا كانت المجاري غير مغلقة والملفات غير جيدة التثبيت والورنشة.

وتتعرض حلقات الانزلاق للتآكل وخاصة إذا كان ضغط المسفرات كبيراً أو كانت المسفرات من النوع القاسي، تكشف هذه الأعطال بنفس الطرق المعروفة ويجرى الإصلاح أو إعادة اللف بشكل مناسب.

جدول يبين استطاعة المحركات وشدتها ومقطع الناقل وعيار الريليه
(محركات ثلاثية ٥٠ - ٦٠ هرتز)

مقطع الناقل	التوتر (٣٨٠ ف) ثلاثي		التوتر (٢٢٠ ف) ثلاثي		عيار الريليه
مم^2	الاستطاعة (حصان)	الشدة (أمبير)	الاستطاعة (حصان)	الشدة (أمبير)	(أمبير)
١,٥	٠,٢٥	٠,٦	٠,١٥	—	١ - ٠,٦
١,٥	٠,٥	١	٠,٢٥	١,١	١,٦ - ١
١,٥	٠,٧٥	١,٥	—	—	—
١,٥	١	١,٩	٠,٥	١,٨	٢,٥ - ١,٥
١,٥	١,٥	٢,٦	٠,٧٥	٢,٥	٤ - ٢,٥
١,٥	٢	٣,٤	١	٣,٢	٤ - ٢,٥
١,٥	٢,٥	٤,٢	١,٥	٤,٤	٦,٥ - ٤
١,٥	٣	٤,٩	٢	٥,٨	٦,٥ - ٤
١,٥	٤	٦,٣	٢,٥	٧,٣	١٠ - ٦
١,٥	٥	٧,٨	٣	٨,٤	١٠ - ٦
١,٥	٦	٩,٣	٤	١١	١٤ - ٩
١,٥	٧,٥	١١,٥	٥	١٣,٥	١٤ - ٩
٢,٥	١٠	١٥	—	—	—
٤	١٥	٢٢	٧,٥	١٩,٥	٢٥ - ١٦
٦	٢٠	٢٩	١٠	٢٦	٣١ - ٢٠
١٠	٢٥	٣٦	١٥	٣٩	٤٣ - ٢٨
١٦	٣٠	٤٢	٢٠	٥١	٦٠ - ٤٠
١٦	٣٥	٥٠	—	—	—
١٦	٤٠	٥٦	—	—	—
١٦	٥٠	٦٩	٢٥	٦٣	٧٥ - ٥٠
٥٠	١٠٠	١٣٦	٥٠	١٢٥	١٥٠ - ١٠٥

جدول استطاعة وشدة تيار الحمل الكامل للمحركات الثلاثية والاحادية

الاستطاعة		محرك احادي الطور		محرك ثلاثي الطور	
حصان H.P	ك.وات KW	١١٠ف الشدة A	٢٢٠ف الشدة A	٣٣٠ ف الشدة A	٣٨٠ ف الشدة A
٠,٣٣	٠,٢٥	٤	٢	١,١	٠,٦٥
٠,٥٠	٠,٣٧	٦,٤	٣,٢	١,٧	١
٠,٧٥	٠,٥٥	٩,٦	٤,٨	٢,٥	١,٤
١	٠,٧٥	١٢	٦	٣	١,٨
١,٥	١,١	١٧,٥	٨,٧	٤,٦	٢,٧
٢	١,٥	٢٣	١١,٥	٦	٣,٥
٣	٢,٢	٣٤	١٧	٩	٥,٣
٤	٣	٤٦	٢٣	١٢,١	٧
٥	٣,٧	٥٨	٢٩	١٥,١	٨,٧
٦	٤,٤	٧٠	٣٥	١٨	١٠,٥
٧	٥,٥	٨٠	٤٠	٢١	١٢
٨	٥,٩	٩٠	٤٥	٢٣	١٣,٥
٩	٦,٥	١٠٠	٥٠	٢٥	١٤,٥
١٠	٧,٣	١١٠	٥٥	٢٨	١٦,٢
١٥	١١	١٦٥	٨٣	٤١	٢٣,٥
٢٠	١٥	٢١٠	١٠٥	٥٥	٣٢
٢٥	١٨,٥	٢٥٠	١٢٥	٦٦	٣٨
٣٠	٢٢	٣٠٠	١٥٠	٧٨	٤٥
٤٠	٣٠	٣٩٠	١٩٥	١٠٤	٦٠
٥٠	٣٧	٤٨٠	٢٤٠	١٢٥	٧٢

ملاحظة: قد تختلف شدة تيار المحرك عن الجدول عند اختلاف عدد الأقطاب أو عامل الاستطاعة وبنسبة قليلة فقط.

❀ ❀ ❀

المحرك التوافقي (التزامني) (SYNCHRON)

هو عبارة عن منوبة ومحرك تيار متناوب يحتوي دائره على ملفات تشكل أقطاب مغناطيسية ذات عدد زوجي (٢ - ٤ - ٦) وتتم تغذية ملفات الدائر بتيار مستمر خارجي كمحرض المنوبة. وهذا المحرك قد يكون أحادياً أو ثلاثياً حسب طريقة لفه. يبدأ هذا المحرك عمله كمنوبة ثم يوصل بالشبكة بعد أن تصل سرعة دورانه إلى سرعة التوافق والتي يحددها القانون:

$$\text{السرعة} = \frac{\text{التردد} \times ١٢٠}{\text{عدد الأقطاب}} = \boxed{\text{سر} = \frac{\text{ت} \times ١٢٠}{\text{ط}}}$$

فيدور بسرعة ثابتة تساوي سرعة السيالة الدوارة وبذلك يصبح محركاً.

طريقة تشغيل المحرك التوافقي:

١ - يغذى العضو الدائر للمحرك بالتيار المستمر المناسب فيشكل الأقطاب المغناطيسية.

٢ - يدور محور المحرك بربطه بآلة تحريك. وتعدل السرعة لتصل إلى سرعة التوافق.

٣ - يتولد في ملفاته الثابتة تيار متناوب، يضبط هذا التوتر والتردد حتى يوافق توتر وتردد الشبكة.

٤ - يوصل كل طور من المحرك مع الطور الموافق في الشبكة عند لحظة التوافق التي تحدد بإحدى الطرق مثل المصابيح المضيئة أو المظلمة أو بجهاز ضبط التوافق.

٥ - تفصل الآلة المحركة عن المحرك فيستمر المحرك بالدوران بسرعة التوافق الثابتة.

٦ - يحمل المحرك بحمله المحدد.

خواص المحرك التوافقي:

١ - سرعة دورانه ثابتة ضمن مجال حمله النظامي.

٢ - توقف عن الدوران عند زيادة الحمل.

٣ - صعوبة تشغيله إذ يبدأ كمنوبة ثم يعمل كمحرك ويجب تحقيق التوافق تماماً

٤ - وجود آلة للتدوير وأخصائي فني للإشراف على هذه المراحل وتتبعها.

٥ - يجب تغذيته بالتيار المستمر لتشكيل الأقطاب.

استخدام المحرك التوافقي:

١ - يستخدم أحياناً لتوصيله مع شبكات القدرة لتحسين عامل الاستطاعة عوضاً عن المكثفات.

٢ - يستخدم على نفس مبدئه المحركات الثابتة السرعة (محرك ساعة - آلة سينما - آلات مخابر) ويمكن أن يقلع كمحرك لا توافقي ثم يعمل بعد ذلك ويدور كمحرك توافقي.



المحركات الأحادية الطور (MONOPHASE)

وهو من المحركات التحريضية اللاتوافقية (Asynchron) تغذى بطور واحد (فاز + نتر) تستخدم في محركات الأجهزة المنزلية (غسالة ـ براد ـ مروحة) وفي الآلات الصناعية الصغيرة الاستطاعة حتى (١ كيلوواط) ويكون الدائر من نوع القفص السنجابي غالباً وقد يكون دائره ملفوف أحياناً.

مبدأ عمل المحرك الأحادي:

عند تغذية ملفات التشغيل بالتيار الكهربائي يتولد فيها قطبان مغناطيسيان أحدهما شمالي والآخر جنوبي. وباعتبار التيار متناوب فإنه يتولد في العضو الدائر قوة محركة تحريضية تولد مجالاً مغناطيسياً معاكساً ولا يتمكن الدائر من الدوران لأن القوة المغناطيسية تكون على محور واحد وبشكل متعاكس ومتساوي.

وتقوم ملفات الإقلاع التي تقع على زاوية (٩٠°) كهربائية من ملفات التشغيل من توليد فرق صفحة فيتشكل مزدوجة دوران ويساعد وجود المكثف على تحسين الإقلاع وتكوين فرق الصفحة المناسبة.

مبدأ المحرك الأحادي ذو القطبين ٣٠٠٠د/د

وبعد إقلاع المحرك ودورانه يفضل قطع التيار عن ملفات الإقلاع فبذلك ينخفض التيار وكذلك حرارة المحرك المتراكمة. وبعض المحركات تبقى ملفات الإقلاع تغذى باستمرار طيلة عمل المحرك (محرك مروحة ـ محرك مضخة ماء منزلية) ويكون المكثف من نوع المكثف الدائم في النوع الأخير من المحركات.



محرك أحادي الطور ذو مكثف

استطاعة $\frac{1}{٣}$ حصان

لاحظ المكثف داخل الغطاء

ومعلومات اللوحة

طرق فصل التيار عن ملفات الإقلاع بعد دوران المحرك:

أ ـ طريقة قاطع يدوي نوع دوار أو قلاب:

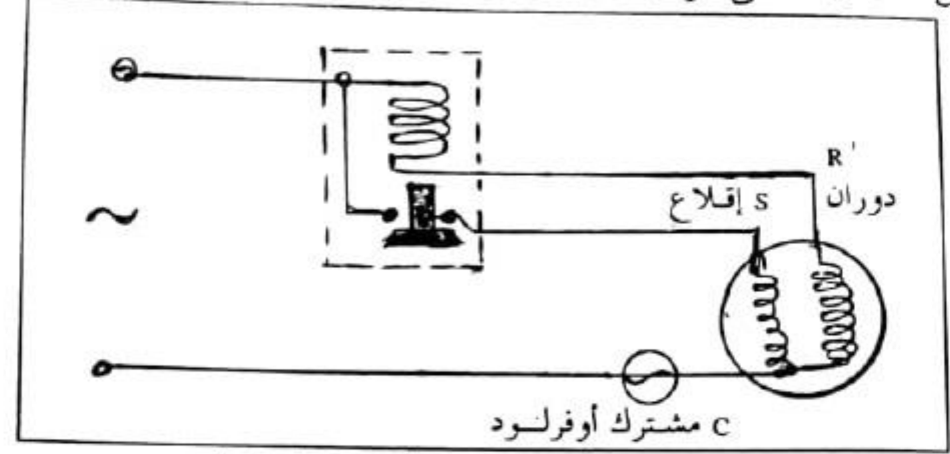
ويستخدم في بعض المحركات الصغيرة الإستطاعة ويحمل قاطعين بذراع واحد قاطع رئيسي وقاطع للإقلاع ـ فعند خفضه للأسفل تتصل تماسات المفتاح الرئيسي ومفتاح الإقلاع فيقلع المحرك ويدور وعند ترك ذراع المفتاح يرتفع ذراع الإقلاع وينفصل التيار عن ملفات الإقلاع، ويستمر دوران المحرك وتتلف ملفات الإقلاع إذا استمر ضغط المفتاح فترة طويلة فتحترق الملفات أو يتعطل المكثف ويمكن جعل المفتاح بإتجاه دوار، فيدار عند طلب تشغيل المحرك ويعود المفتاح ذاتياً جزءاً من الدورة بعد رفع اليد عنه فيفصل تيار ملفات الإقلاع.

ب ـ ريليه مغناطيسية في (محرك البراد):

تثبت الريليه على جسم محرك ضاغط البراد وإلى جانبها الأوفرلود. وتتألف من ملف يجتازه تيار المحرك على التسلسل فيتولد فيه مجال مغناطيسي كبير بسبب ارتفاع شدة التيار عند إقلاع المحرك فتنجذب النواة الحديدية داخل الريليه فتوصل نقطتي التماس مما يجعل التيار يغذي ملفات الإقلاع ويعود التيار إلى الانخفاض فتضعف المغناطيسية داخل ملف النواة فتعود الحافظة إلى الأسفل بتأثير ثقلها، فينقطع التيار عن ملفات الإقلاع ويستمر المحرك في دورانه. وتتكرر هذه العملية كلما توقف المحرك ثم عاد إلى الدوران.

أما عمل الأوفرلود فهو قطع تيار المحرك المار عن طريق الخط المشترك (C). حيث أنه يلامس جسم المحرك ليتحسس حرارته فيقطع التيار بفضل صفيحة من معدن ثنائي ينحني بالحرارة أو زيادة التيار فيحمي المحرك وملفاته من الإحتراق،

ولكل أوفرلود خواص تتناسب مع المحرك الذي يحميه من حيث الإستطاعة والتوتر وينطبق ذلك أيضاً على الريليه.



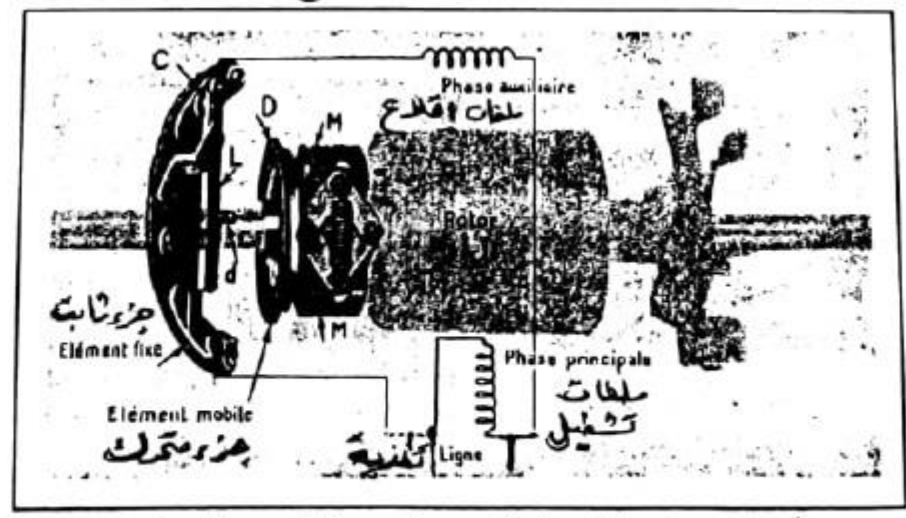
عمل الريليه والأوفرلود في محرك البراد (الضاغط)

مفتاح الطرد المركزي:

يعتمد على مبدأ القوة الطاردة المركزية ويتألف من جزء ثابت على غطاء المحرك وجزء مثبت مع محور الحركة ويدور معه.

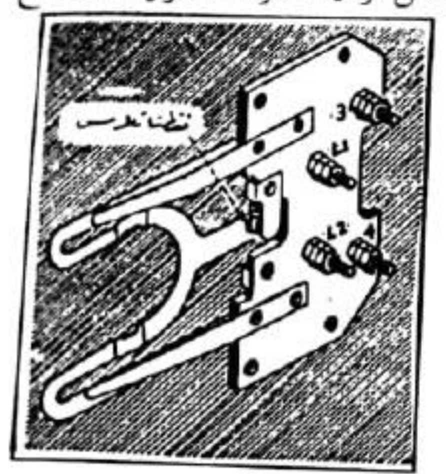
١ ـ الجزء الثابت: يثبت على غطاء المحرك من داخله أو خارجه ويحتوي على نقطتي تماس تتلامسان عندما يكون المحرك متوقفاً وتبتعدان عند وصول المحرك إلى سرعة تقارب $\frac{٢}{٣}$ سرعة دورانه النظامية ويتحكم بنقطتي التماس الجزء المتحرك للمفتاح.

يشكل الجزء الثابت قاطع لتيار ملفات الإقلاع فهو موصل معها على التسلسل ولا علاقة لاستطاعة المحرك أو توتره بعمل مفتاح الطرد بل علاقته بالسرعة.

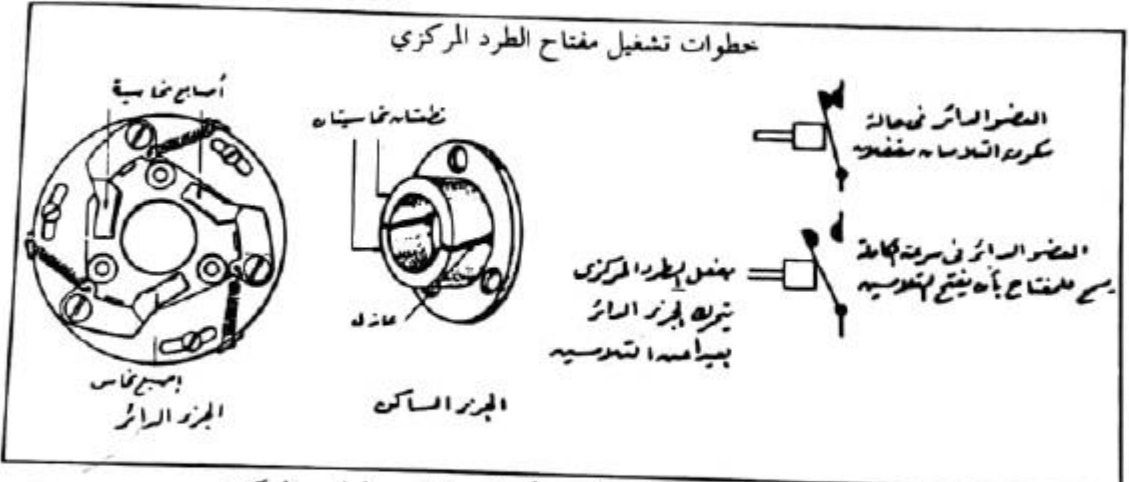


أجزاء مفتاح الطرد المركزي (القسم الثابت والمتحرك)

٢ ـ الجزء المتحرك: مثبت على محور الدوران ويتألف من قطعتين معدنيتين أو أكثر تتقارب مع بعضها بقوة شد نوابض عليها. ولكن ازدياد سرعة الدوران يسمح بجعل هذه القطع تتباعد بالقوة النابذة التي تتغلب على شد النوابض وتتحول هذه الآلية إلى رفع الضغط عن نقطتي التماس فتنفصلان وينقطع التيار عن ملفات الإقلاع فقط ويستمر المحرك بالدوران. إن تصميم مفتاح الطرد وقطعه ونوابضه يتناسب مع سرعة الدوران. وعند انخفاض سرعة المحرك تعود نقطتي التماس للتلامس.



الجزء الساكن في مفتاح طرد مركزي. لاحظ ان نهايتي الخط موجودتان على هذا المفتاح.

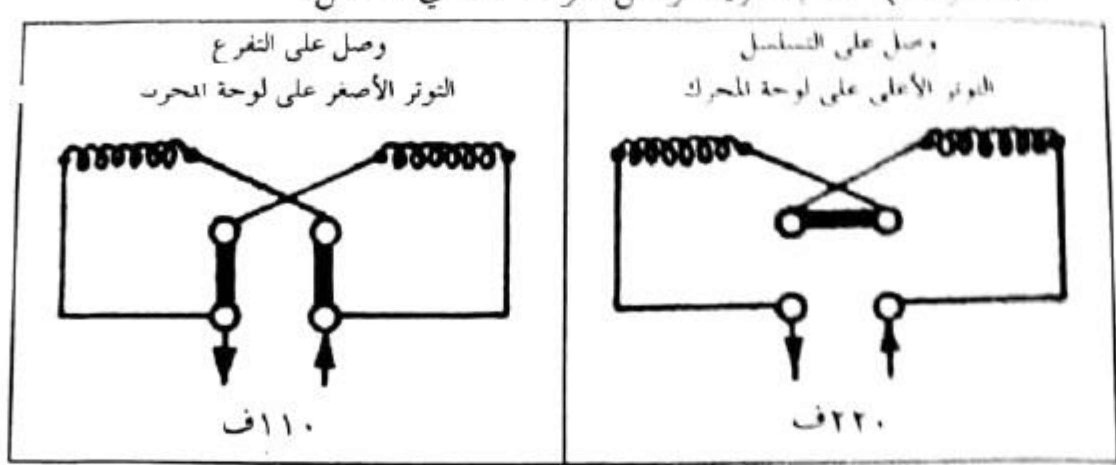


الجزءان الساكن والدائر في أحد أنواع مفاتيح الطرد المركزي

ملفات المحرك الأحادي:

١ ـ ملفات التشغيل: وهي الملفات الرئيسية في المحرك وتدعى ملفات الحركة أو الدوران يصلها التيار طيلة عمل المحرك ـ وعدد مجموعات التشغيل يساوي عدد أقطاب المحرك غالباً وأحياناً يساوي نصف عدد الأقطاب (وذلك حسب التوصيل) تحتل ملفات التشغيل أغلبية عدد مجاري المحرك ونظامياً $\frac{٢}{٣}$ عدد المجاري الكلية ـ وقطر سلكها أكبر من قطر سلك الإقلاع ـ ويمكن توصيل مجموعات التشغيل على التسلسل أو التفرع. وذلك حسب استطاعة المحرك

وتوتره وإذا قسمت إلى قسمين أمكن تشغيل المحرك على توترين (١١٠ أو ٢٢٠ فولت) حسب طريقة وصل اللوحة كما في الشكل.

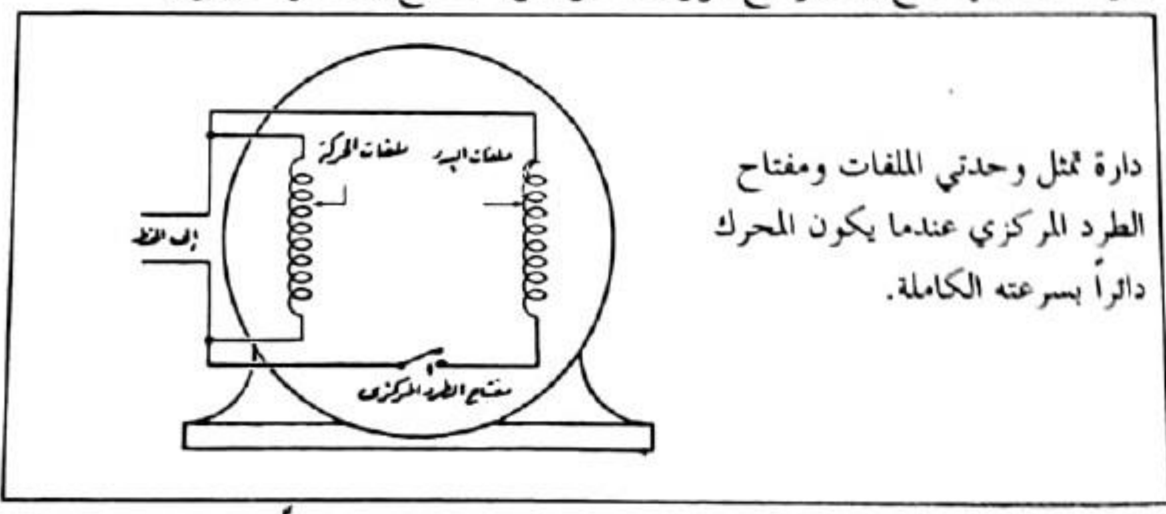


وصل ملفات التشغيل لمحرك أحادي

(المجموعات مقسمة إلى قسمين توصل إما تسلسل (٢٢٠ف) أو تفرع (١١٠ف)

ملفات الإقلاع:

تدعى ملفات البدء أو (اللنص) وهي التي تساعد على إقلاع المحرك، حيث تتوضع بين مجموعات التشغيل وبزاوية (٩٠° كهربائية) يوصل مع ملفات الإقلاع مكثف لحظي إذا كان الإقلاع له طريقة لفصل التيار عنه. أو مكثف دائم إذا كان تيار ملفات الإقلاع يستمر مع دوران المحرك ولا ينقطع بعد فترة قصيرة.



دارة تمثل وحدتي الملفات ومفتاح الطرد المركزي عندما يكون المحرك دائراً بسرعته الكاملة.

تحتل مجاري الإقلاع حوالي ١/٣ المجاري الكلية تقريباً ولها سلك قطره أصغر من قطر سلك التشغيل. وعدد مجموعات الإقلاع تساوي عدد مجموعات التشغيل غالباً. وقد تغذى من نفس توتر المحرك (٢٢٠ف) أو من منتصف مجموعات التشغيل أي بتوتر (١١٠ فولت) وذلك لتحقيق وفر في الأسلاك

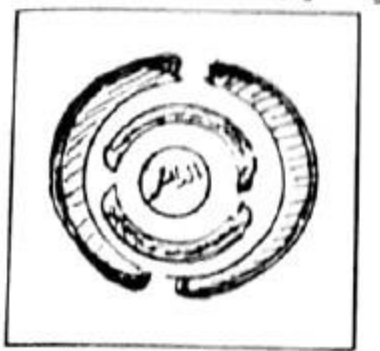
والحرارة والضياع مع بقاء عزم المحرك وإقلاعه مناسباً ويمكن التأكد من ذلك بقراءة التوتر الإسمي للمكثف الموصول معها فهو حوالي (٢٥٠ف) إذا كان سيتغذى بـ (٢٢٠ فولت) وحوالي (١٥٠ ـ ١٦٠ ف) إذا كانت ملفات الإقلاع تأخذ نصف توتر التشغيل مثل محرك الغسالة العادية.

تنزل ملفات الإقلاع بعد تنزيل ملفات التشغيل في مجاريها.

توزيع مجموعات المحرك الأحادي:

توزع مجموعات المحرك الأحادي بشكل متعادل ومتساو فالمحرك ذو القطبين يحتوي على مجموعتي تشغيل ومجموعتي إقلاع. وتكون خطوة كل مجموعة بحيث تغطي حوالي نصف المحيط ـ وبين التشغيل والإقلاع (٩٠° كهربائية) كما في الشكل.

أما المحرك ذو الأربعة أقطاب فله أربع مجموعات للإقلاع وأربع مجموعات للتشغيل تحتل كل مجموعة ربع محيط العضو الثابت وبينهما أيضاً (٩٠°) كهربائية. أي كل مجموعة تشغيل تغطي نصفي مجموعة إقلاع في كل المحركات الأحادية (٢ ــ ٤ ــ ٦..
قطب).



ملفات محرك أحادي ٢ قطب
٣٠٠٠ د/د
الإقلاع بمجموعتين في الداخل
التشغيل بمجموعتين في الخارج



ملفات محرك أحادي ٤ قطب
١٥٠٠ د/د
الإقلاع ٤ مجموعات في الداخل
التشغيل ٤ مجموعات في الخارج

المكثف في المحرك الأحادي:

المكثف هو عبارة عن سطحين ناقلين متوازيين بينهما عازل تدعى (لبوسي المكثف) ويكون العازل من الورق أو الميكا أو الهواء أو غيره ويستخدم أحياناً الزيت لتقوية العازل وامتصاص الحرارة ووظيفة المكثف مايلي:

١ ـ تكوين فرق الصفحة بين تيار ملفات التشغيل وملفات الإقلاع.

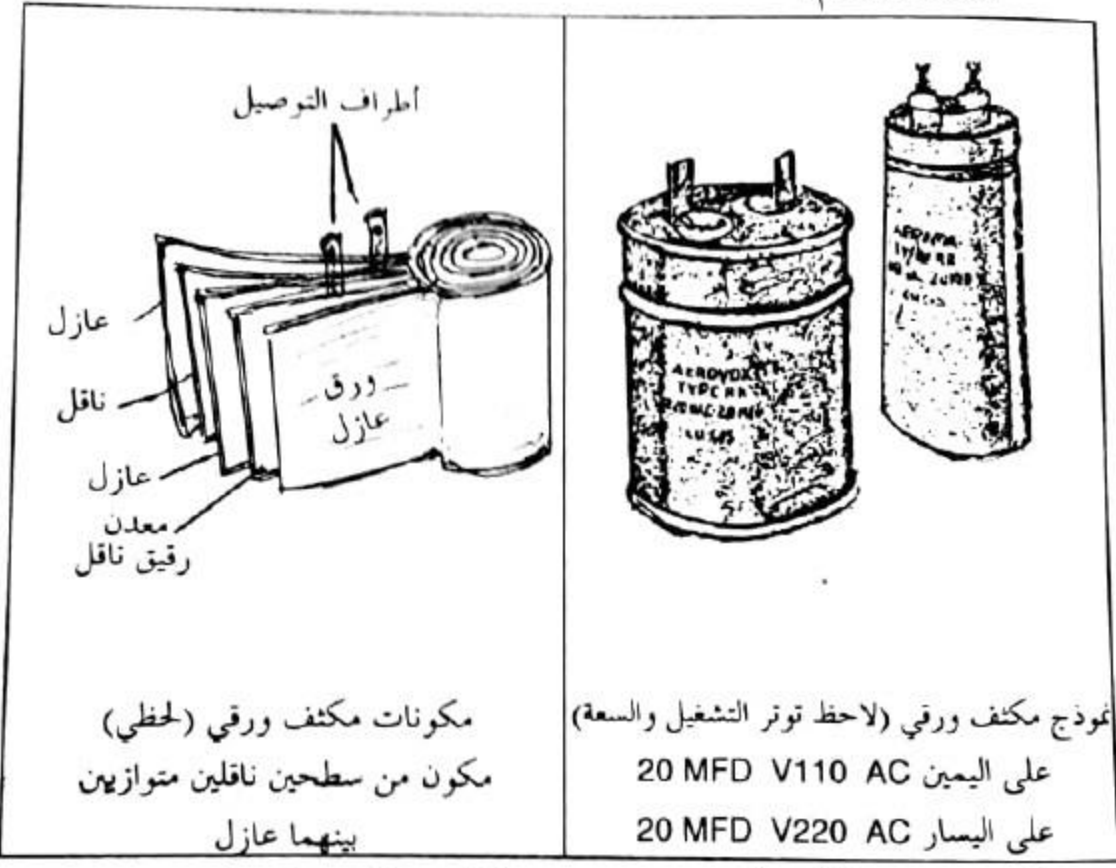
٢ ـ تحسين عزم إقلاع المحرك.

٣ ـ تخفيف شدة تيار الإقلاع وتخفيف الشرارة الناتجة في مفتاح الطرد عند قطع التيار بعد إقلاع المحرك.

يوصل المكثف على التسلسل مع ملفات الإقلاع وفي أي نقطة فيها ويسجل عليه المعلومات التالية: ١ ـ سعة المكثف بالميكروفاراد MFD أو µF.

٢ ـ توتر التشغيل بالفولت V .

ويسجل عليه أحياناً حرارة التشغيل وتوتر الاختبار ونوع التيار AC وأقطاب التوصيل إذا كان كيميائياً ويشار إلى وجود الزيت داخله وخاصة المكثف الدائم.



مكونات مكثف ورقي (لحظي)
مكون من سطحين ناقلين متوازيين بينهما عازل

نموذج مكثف ورقي (لاحظ توتر التشغيل والسعة)
على اليمين 20 MFD V110 AC
على اليسار 20 MFD V220 AC

رمز المكثف: —||— مكثف عادي —[]— مكثف كيميائي

—|[]— مكثف كيميائي

المكثف اللحظي والمكثف الدائم:

المكثف اللحظي:

يستخدم في المحرك الأحادي الذي يحتوي على وسيلة لقطع التيار عن ملفات الإقلاع بعد إقلاع المحرك، مثل قاطع يدوي أو ريليه أو مفتاح طرد مركزي.

وهذا المكثف عازله رقيق وضعيف نسبياً فلا يتحمل وصله بالتيار إلا لفترة قصيرة ويتعرض للتلف أو الإنفجار بسبب حدوث قصر دارة بين لبوسيه.

ولذلك فهو ذو حجم صغير وسعة كبيرة وتوتر تشغيله ضعيف ويستخدم في محرك الغسالة العادية ويثبت على جسم المحرك.

المكثف الدائم:

يستخدم في المحرك الأحادي الذي يستمر مرور التيار في ملفات الإقلاع والتشغيل مع استمرار عمل المحرك (مثل محرك مضخة ماء منزلية - مروحة سقف أو أرضية).

وهذا المكثف يقوى عازله بالزيت الخاص وغالباً ما يسجل ذلك عليه. فالزيت يحفظ متانة العزل ويساهم في خفض حرارته ومنع تسرب الرطوبة داخله.

ويمتاز المكثف الدائم بأنه ذو سعة صغيرة وحجم كبير بالمقارنة مع المكثف اللحظي وتوتر تشغيله كبير، ويتحمل مرور التيار لزمن طويل بسبب سماكة العازل وقوته.

توضع عناصر المكثف في علبة معدنية أو بلاستيكية بشكل اسطواني أو متوازي المستطيلات أو بيضوي ويخرج قطبي السطحين الناقلين (اللبوسين) بشكل طرفين ثابتين أو سلكين وقد يكون كل طرف ثابت له فرعين لإمكانية الوصل بواسطة مآخذ خاصة سهلة الفك والتركيب.

فحص المكثف واختبار صلاحيته:

يتعرض المكثف للتلف بسبب قصر دارة بين سطحيه الناقلين أو تسرب الرطوبة أو الماء في عازله أو ينقطع أحد قطبي توصيله. كما يتعرض لإنخفاض في سعته مع مرور الزمن ويفحص بإحدى الطرق التالية:

أ ـ **الفحص بالتيار:** يوصل المكثف إلى التيار المتناوب ضمن حدود تحمله للحظة واحدة ثم يبعد عن التيار ونلامس طرفيه فيحدث فرقعة وشرارة مما يدل على صلاحية هذا المكثف. ويفضل فحصه على مأخذ مزود بديجنتور أو فاصمة أو نترك سلك واحد رفيع يوصله بالتيار كالفاصمة. فإذا كان المكثف فيه قصر يفصل الديجنتور أو ينصهر السلك الرفيع أو الفاصمة ويعتبر المكثف خطراً ويحدث التكهرب عندما يكون مشحوناً ولذلك يجب تفريغه قبل فحصه أو استخدامه.

ب ـ الفحص بالآفومتر: (مجال الأوم): نتأكد من تفريغ المكثف وفصل أحد طرفيه عن دارته، ثم نلامس طرفيه مع سلكي الآفومتر بعد وضعه على مجال الأوم المناسب × ١ ـ أو × ١٠ أو أكثر، فنجد أن مؤشر الجهاز يتحرك إلى جهة صفر الأوم ثم يعود ببطء إلى وضعه الأول وهذا يدل على صلاحية المكثف. أما عدم تحرك المؤشر بتاتاً فيدل على إنفصال أحد قطبي توصيل المكثف. وإذا بقي المؤشر عند الفحص قريباً من صفر الأوم ولم يتحرك فيدل ذلك على وجود قصر داخل المكثف ويجب استبداله.

تقدير سعة المكثف:

يوصل على توتر مناسب له عن طريق مقياس أمبير على التسلسل.
وتحسب سعته بتطبيق العلاقة التالية : إذا كان التردد ٥٠ هرتز :

$$\text{السعة بالميكروفاراد} = ٣١٨٥ \times \frac{\text{شدة التيار (أمبير)}}{\text{التوتر (فولت)}}$$

أي :

$$\text{سع} = ٣١٨٥ \times \frac{\text{ش}}{\text{ف}}$$

يستبدل المكثف إذا كانت سعته قد انخفضت إلى أكثر من ٢٠٪ عن سعته الاسمية. وتقدر سعة المكثف في المحرك الأحادي من (١٥٠ ـ ٣٠٠ ميكروفاراد) للمحركات بين (١ ـ ٢ حصان) للمكثف اللحظي وحوالي $\frac{١}{٥}$ هذه السعة للمكثف الدائم.

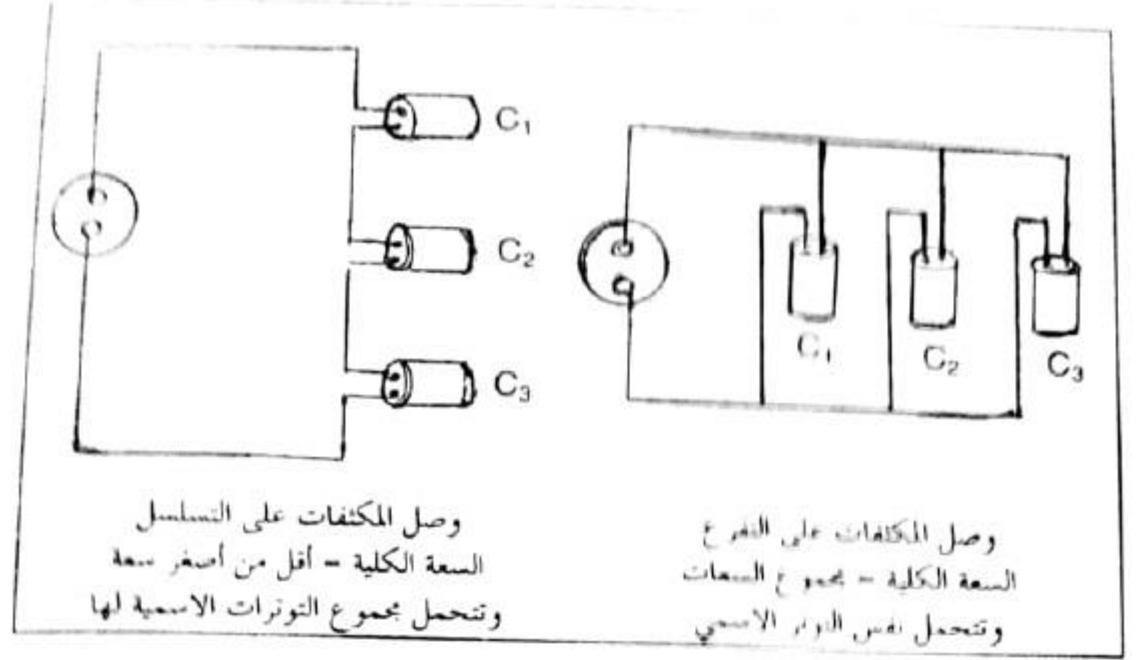
وصل المكثفات:

إذا وصلت على التفرع ينتج: سعتها الكلية = مجموع سعات المكثفات التفرعية
والتوتر ثابت

أما إذا وصلت على التسلسل فتقل سعتها وينتج:

$$\text{السعة الكلية} = \frac{\text{سعة أحد المكثفات}}{\text{عدد المكثفات التسلسلية}}$$

وتتحمل توتراً يساوي مجموع توتراتها الاسمية. كما في الشكل.



وصل المكثفات على التفرع
السعة الكلية = مجموع السعات
وتتحمل نفس التوتر الاسمي

وصل المكثفات على التسلسل
السعة الكلية = أقل من أصغر سعة
وتتحمل مجموع التوترات الاسمية لها

توصيل ملفات المحرك:

توصل مجموعات المحرك على التسلسل أو التفرع وتعتبر ملفات التشغيل وحدة مستقلة وملفات الإقلاع وحدة مستقلة أخرى.

التوصيل على التسلسل:

يستخدم في المحركات الصغيرة والمتوسطة الاستطاعة ويكون التوتر الواصل

$$\text{إلى مجموعة واحدة} = \frac{\text{التوتر الكلي}}{\text{عدد المجموعات}}$$

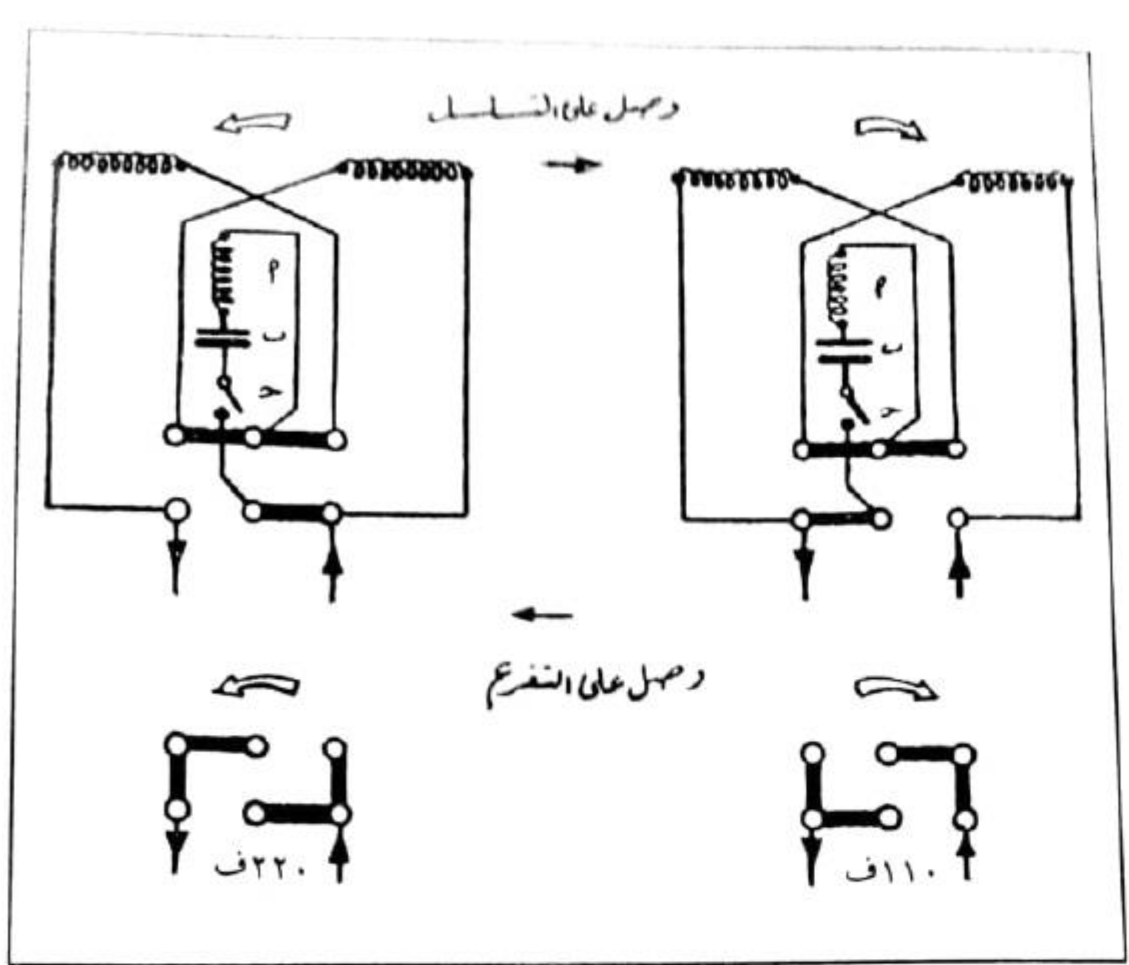
أما الشدة فهي ثابتة في كل المجموعات

يفيد الوصل التسلسلي في توزيع توتر المنبع، مما يجعل عدد اللفات في المجموعة مناسباً لهذا التوتر الضعيف. أي يؤدي لتوفير في عدد اللفات.

أما التوصيل التفرعي للمجموعات فيطبق في المحركات الكبيرة الإستطاعة وذات شدة التيار الكبيرة. فيفيد في تقليل شدة التيار المارة في كل مجموعة مما يتطلب قطر سلك أصغر أي يوفر في قطر الناقل.

التوصيل على توترين ٢٢٠/١١٠ ف:

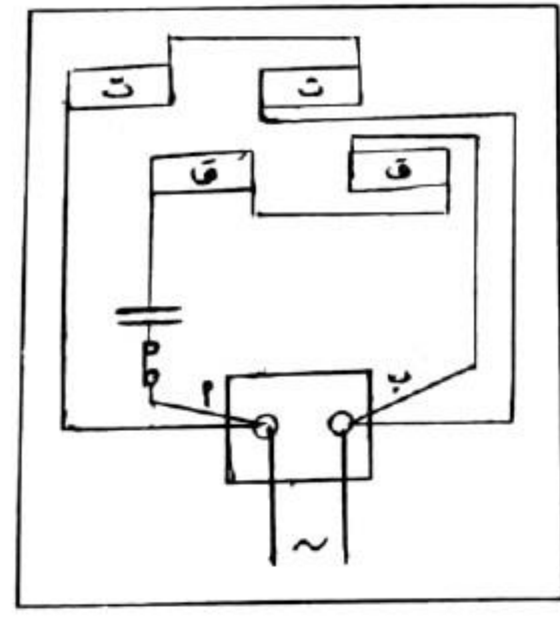
وكما بحثنا سابقا فالتوصيل على ٢٢٠ ف يكون تسلسلياً لكافة المجموعات أما على التوتر ١١٠ف فتقسم المجموعات على قسمين على التفرع مع بعضهما وكل قسم مجموعاته تسلسلية، كما في الشكل.



طريقة توصيل محرك أحادي ١١٠/٢٢٠ف (تغذية ملفات الإقلاع ١١٠ف فقط)
ينعكس الدوران إذا عكسنا توصيل طرفي الاقلاع في لوحة التوصيل
أ ـ ملف الاقلاع. ب ـ مكثف. جـ ـ مفتاح طرد
(لعكس اتجاه الدوران، صالب الطور الثانوي)

عكس دوران المحرك الأحادي:

تنعكس جهة دوران المحرك الأحـادي الـذي يحـوي ملفـات إقـلاع بعكـس طـرفي الإقلاع في لوحة التوصيل كما في الشكل. وهذا ينطبق على المحرك الذي يحوي مكثـف دائم أو مكثف لحظي ومفتاح طرد أو ريليه.



مخطط توصيل محرك أحادي ٢ قطب← ملفات الإقلاع مع مكثف لحظي ومفتاح طرد لعكس الدوران نعكس طرفي الاقلاع أ ـ ب

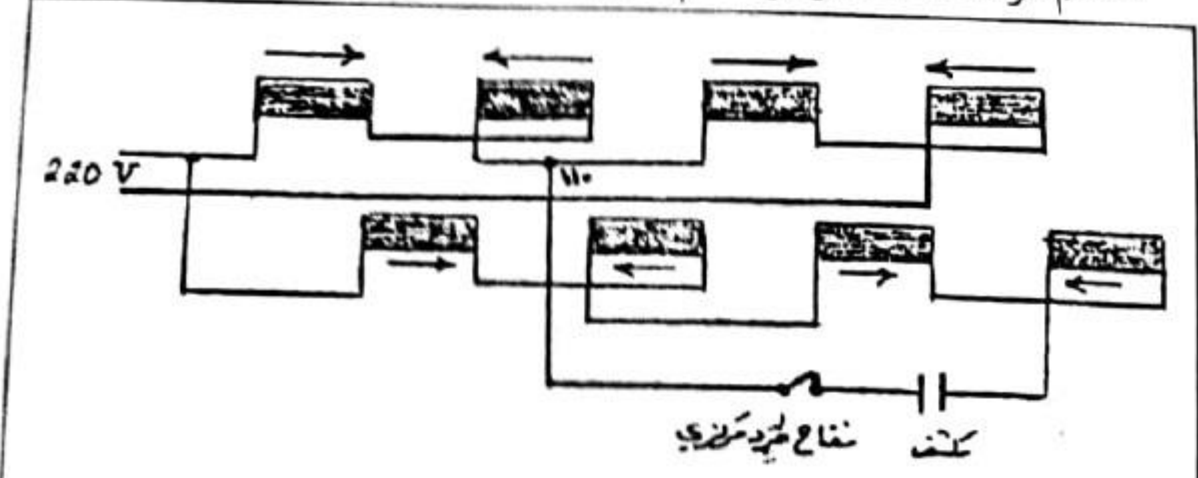
أنواع المحركات الأحادية:

١ - محرك يحتوي على ملفات تشغيل وملفات إقلاع ومكثف لحظي ومفتاح طرد أو ريليه أو قاطع يدوي، وهو من أفضل الأنواع حيث يكون إقلاعه وتياره قليل نسبياً ولا ترتفع حرارته كثيراً أثناء العمل نظراً لأن التيار يمر فقط في ملفات التشغيل بعد إقلاع المحرك. والقسوم الريليه أو مفتاح الطرد أو القاطع اليدوي بقطع التيار عن ملفات إقلاعه.

يستخدم غالباً كمحرك للغسالة العادية وفي بعض الآلات الصناعية الصغيرة الاستطاعة.

٢ - محرك يحتوي على ملفات تشغيل وملفات إقلاع ومكثف دائم وتستمر تغذية ملفات الإقلاع والتشغيل طيلة عمل المحرك لذلك يبقى عزم تشغيله جيداً بالمقارنة مع حجمه، وترتفع حرارته بسرعة لذلك يستخدم في المراوح ومضخات الماء المنزلية فمرور الماء في المضخة يعمل كعامل مساعد على تبريد وتهوية الملفات. لذلك فإن عمل محرك المضخة بدون وجود الماء يعجل في احتراق المحرك، وعادة ما يزود هذا المحرك بقاطع أتوماتيكي حراري (أوفرلود) داخل الملفات أو خارجها يفصل التيار عند ازدياد حرارة المحرك ثم يوصل التيار بعد انخفاض حرارته.

ويستخدم كمحرك في بعض الغسالات الصغيرة، والمكثف يكون من النوع الدائم ذو السعة الصغيرة والحجم الكبير.



رسم مجموعات محرك أحادي الطور ذو مكثف لحظي وصل للعمل على ٢٢٠ فولت بينما ملفات البدء وصلت لتعمل على ١١٠ فولت فنحصل على محرك له ثلاثة أطراف قابل لعكس الحركة من الخارج.

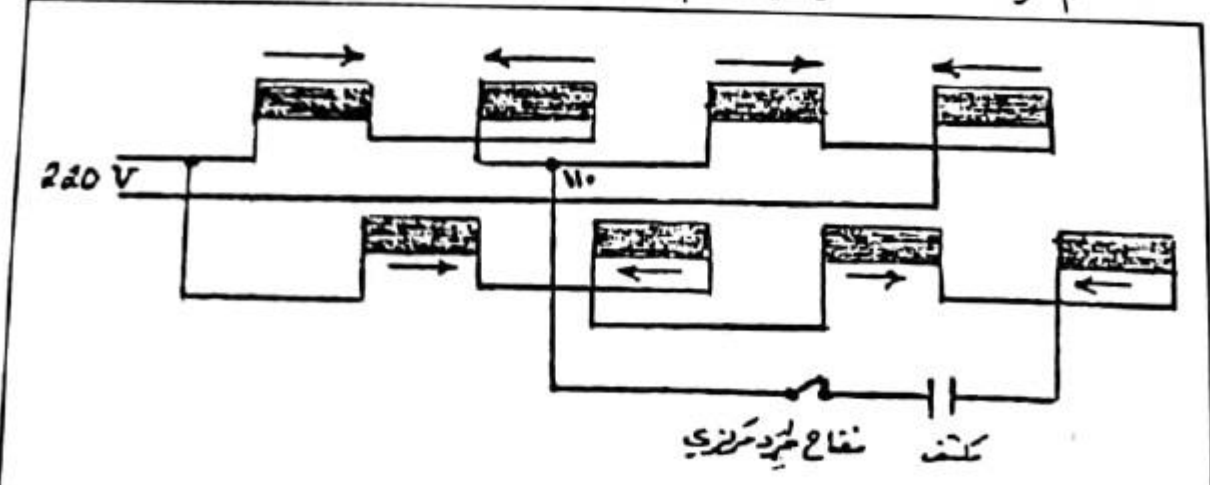
أنواع المحركات الأحادية:

١ ـ محرك يحتوي على ملفات تشغيل وملفات إقلاع ومكثف لحظي ومفتاح طرد أو ريليه أو قاطع يدوي، وهو من أفضل الأنواع حيث يكون إقلاعه وتياره قليل نسبياً ولا ترتفع حرارته كثيراً أثناء العمل نظراً لأن التيار يمر فقط في ملفات التشغيل بعد إقلاع المحرك. وتقوم الريليه أو مفتاح الطرد أو القاطع اليدوي بقطع التيار عن ملفات إقلاعه.

يستخدم غالباً كمحرك للغسالة العادية وفي بعض الآلات الصناعية الصغيرة الاستطاعة.

٢ ـ محرك يحتوي على ملفات تشغيل وملفات إقلاع ومكثف دائم وتستمر تغذية ملفات الإقلاع والتشغيل طيلة عمل المحرك لذلك يبقى عزم تشغيله جيداً بالمقارنة مع حجمه، وترتفع حرارته بسرعة لذلك يستخدم في المراوح ومضخات الماء المنزلية فمرور الماء في المضخة يعمل كعامل مساعد على تبريد وتهوية الملفات. لذلك فإن عمل محرك المضخة بدون وجود الماء يعجل في احتراق المحرك، وعادة ما يزود هذا المحرك بقاطع أتوماتيكي حراري (أوفرلود) داخل الملفات أو خارجها يفصل التيار عند ازدياد حرارة المحرك ثم يوصل التيار بعد انخفاض حرارته.

ويستخدم كمحرك في بعض الغسالات الصغيرة، والمكثف يكون من النوع الدائم ذو السعة الصغيرة والحجم الكبير.



رسم بمجموعات محرك أحادي الطور ذو مكثف لحظي وصل للعمل على ٢٢٠ فولت بينما ملفات البدء وصلت لتعمل على ١١٠ فولت فنحصل على محرك له ثلاثة أطراف قابل لعكس الحركة من الخارج.

٣ ـ محرك يحتوي على ملفات تشغيل وملفات إقلاع مع مفتاح طرد أو ريليه أو قاطع يدوي وليس فيه مكثف، يستخدم في المحركات الصغيرة الاستطاعة كمحرك ضاغط البراد المنزلي باستطاعة صغيرة ($\frac{١}{٨}$ ، $\frac{١}{٦}$ ، $\frac{١}{٥}$ حصان) أما الأكبر استطاعة فتزود بمكثف لحظي.

٤ ـ محرك يحتوي على ملفات تشغيل فقط وحلقات نحاسية مغلقة مغروزة في طرف كل قطب، ويدعى محرك ظل القطب أو القطب المظلل.

هذه المحركات صغيرة الاستطاعة وعزم إقلاعها ضعيف لذلك تستخدم فقط في الآلات الصغيرة كمحرك الغسالة الصغيرة (ب ـ ب) وفي بعض المراوح والمضخات الصغيرة الاستطاعة.

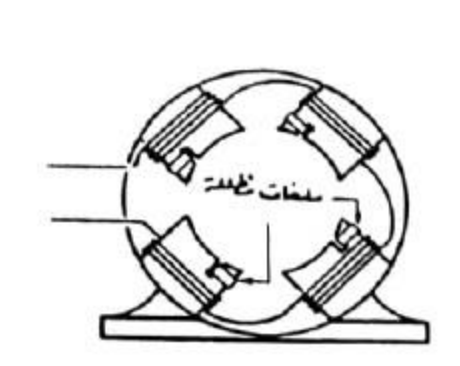
محرك ظل القطب:

محرك ظل القطب هو محرك أحادي الطور لا يحتوي إلا على ملفات تشغيل فقط وتقوم بدور ملفات الإقلاع حلقة نحاسية مغلقة على جانب كل قطب وباتجاه واحد بالنسبة لبعضها.

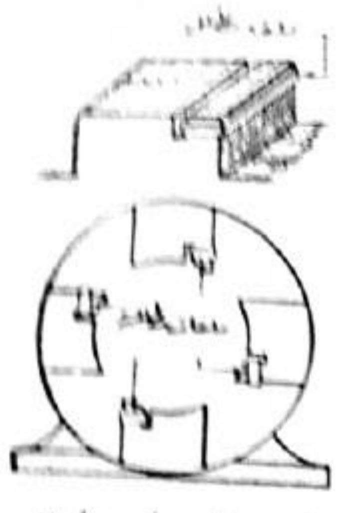
عند تغذية ملفات التشغيل يتولد فيها تحريض مغناطيسي متغير يؤدي إلى توليد تيار تحريضي في الحلقات وباعتبارها مغلقة فإن تيارها يولد تحريضاً مغناطيسياً معاكساً للأول يعمل هذا التحريض مع تحريض ملفات التشغيل على تدوير العضو الدائر وإقلاع المحرك.

يحدد إتجاه الدوران باتجاه وضع الحلقات. وبما أن عزم إقلاع هذا المحرك ضعيف فلذلك يقتصر استخدامه على الأجهزة المنزلية الصغيرة، غسالة صغيرة ـ مراوح (اسبرتور)، باعتباره أقل كلفة وأرخص سعراً.

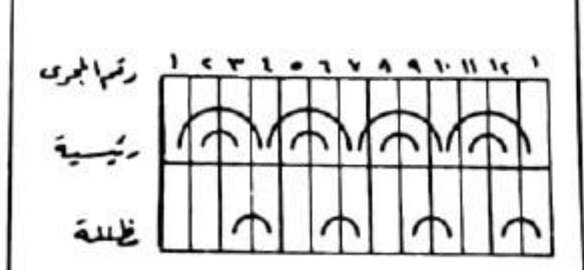
إن مردود هذا المحرك صغير وعامل استطاعته لايتجاوز (٠,٦٥) وكثيراً ما يحدد زمن تشغيله بفترة قصيرة (١٥ ـ ٣٠ دقيقة). وفي بعض مضخات سحب الماء من الغسالات الأتوماتيكية، يتكون المحرك من ملف واحد على دارة مغناطيسية دائرية عليها حلقتين نحاسيتين وبداخلها العضو الدائر فيشكل قطبين ويدور المحور بسرعة ٢ قطب (٣٠٠٠د/د) تقريباً.



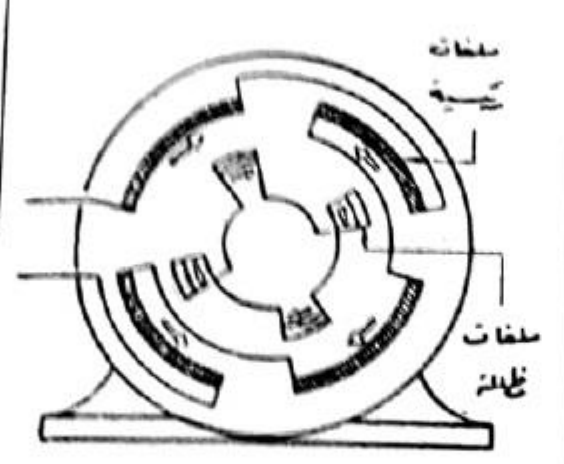
محرك ذو قطب مظلل، باربعة أقطاب موصلة على التوالي بحيث تنتج قطبية مختلفة في الأقطاب المتجاورة.



محرك ذو قطب مظلل، بأربعة أقطاب ... أقطاب المجال والملفات المظللة



تسجيل الملفات في محرك ذي قطب مظلل، بأربعة أقطاب موزعة، ويحتوي على اثنا عشر مجرى.

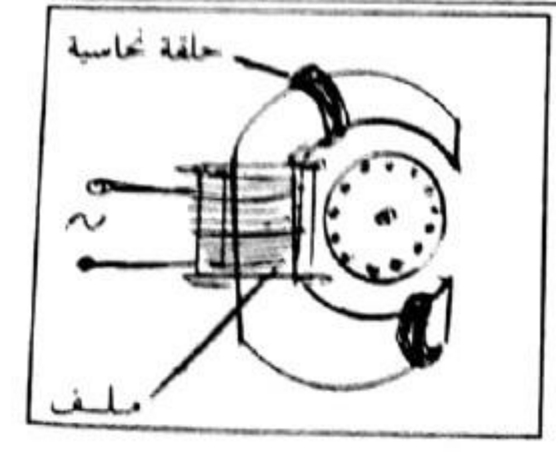


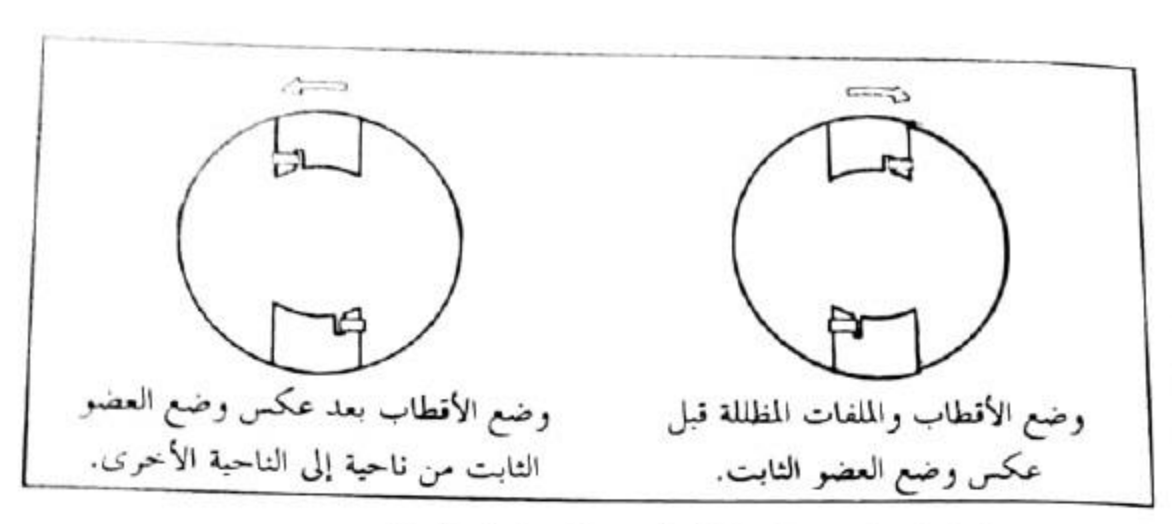
رسم التوصيلات للملفات موزعة في محرك ذي قطب مظلل بأربعة أقطاب.

عكس دوران محرك ظل القطب:

ينعكس دوران محرك ظل القطب بعكس وضعية العضو الدائر أو الثابت بالنسبة لبعضهـا البعض.

محرك ظل القطب ٢ قطب بملف واحد ←





وضع الأقطاب والملفات المظللة قبل عكس وضع العضو الثابت.

وضع الأقطاب بعد عكس وضع العضو الثابت من ناحية إلى الناحية الأخرى.

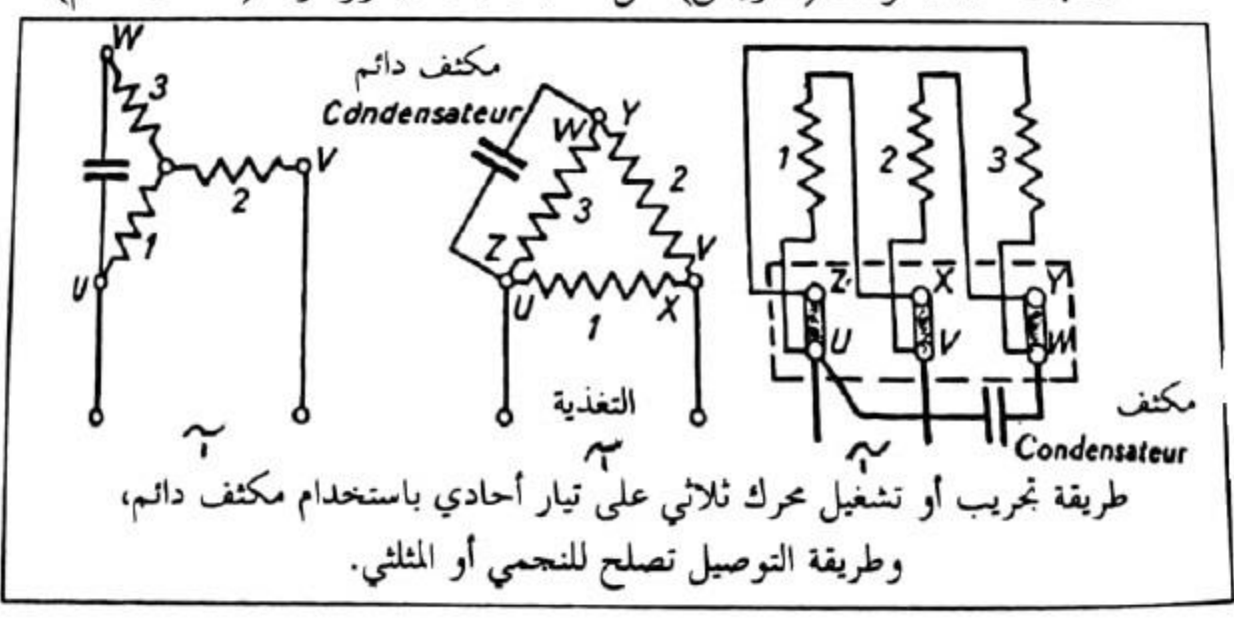
تجريب وتشغيل المحرك الثلاثي على تيار أحادي:

عندما لايتوفر تيار ثلاثي الطور يمكن توصيل المحرك الثلاثي على شبكة أحادية الطور (فاز ونتر) أو (فازين) ويمكن بذلك فحص المحرك أو تشغيله أيضاً بشكل دائم ولكن استطاعته تنخفض كثيراً عن استطاعته الإسمية فتصل إلى أقل من النصف.

يتحقق هذا الوصل سواء كان المحرك ذو توصيل نجمي Y أو مثلثي Δ فتصبح مجموعات أحد الفازات كأنها ملفات إقلاع والأخرى تبقى كملفات تشغيل. ويجب أن يكون التوتر الأحادي يساوي التوتر بين فازين عند توصيله بشكل نظامي. ويوصل كما في الشكل مع مكثف دائم توتره أكبر من توتر الشبكة وتحسب سعته كما يلي:

الشبكة ٢٢٠ فولت (فاز ونتر) كل حصان ٥٠ ميكروفاراد (مكثف دائم)

الشبكة ٣٨٠ فولت (فازين) كل حصان ١٦ ميكروفاراد (مكثف دائم)



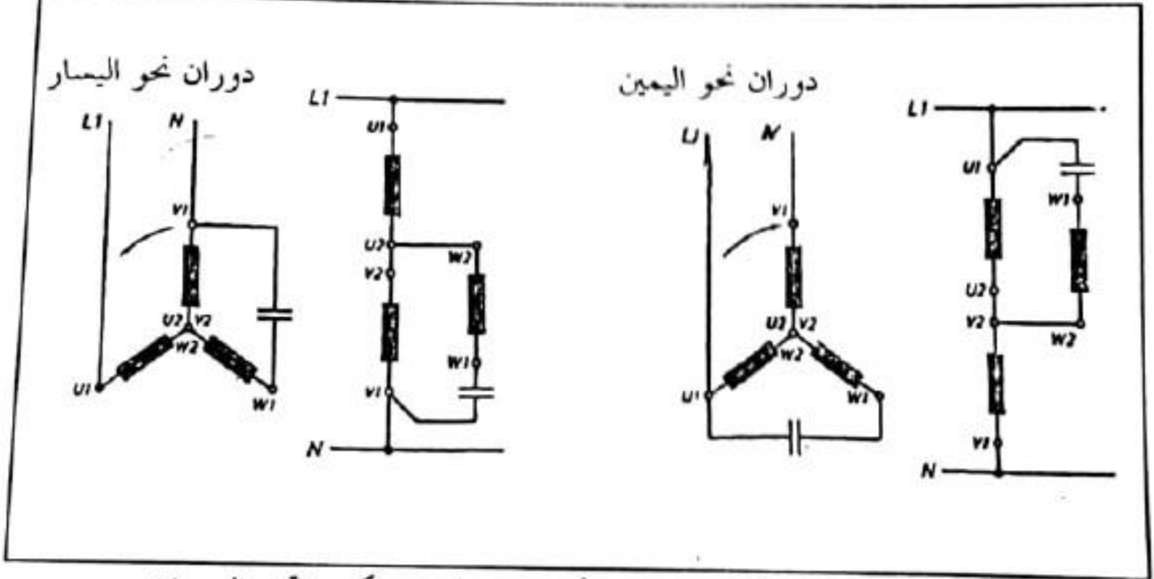
طريقة تجريب أو تشغيل محرك ثلاثي على تيار أحادي باستخدام مكثف دائم، وطريقة التوصيل تصلح للنجمي أو المثلثي.

عكس اتجاه دوران المحرك:

يمكن عكس اتجاه دوران المحرك الثلاثي الذي يعمل على تيار أحادي بعكس تغذية المكثف وذلك بتبديل خط المكثف الموصول بأحد الخطين إلى خط التغذية الآخر كما في الشكل.



لعكس الدوران نبدل تغذية المكثف أ ـ ب



طريقة تشغيل محرك ثلاثي على تيار أحادي وطريقة عكس اتجاه الدوران.

مثال: محرك ثلاثي استطاعته ١,٥ حصان مسجل عليه **Δ/Y** ٢٢٠/٣٨٠ يطلب توصيله وتشغيله على توتر أحادي ٢٢٠ف (فاز ونتر). والطريقة المناسبة لذلك هو توصيله بشكل مثلثي Δ وتغذيته من طرفيه والطرف الثالث يوصل مع مكثف دائم سعته (٧٥ ميكروفاراد) وتوتر تشغيله ٢٥٠ فولت فصاعداً واستطاعته الفعلية تقل عن استطاعته الاسمية فلاتصل إلى ١ حصان.

وهذا المحرك يمكن تجربته أيضاً على توتر (٢٢٠ف) وتوصيله نجمي فتقل استطاعته أكثر.

المحركات المزودة بفرملة:

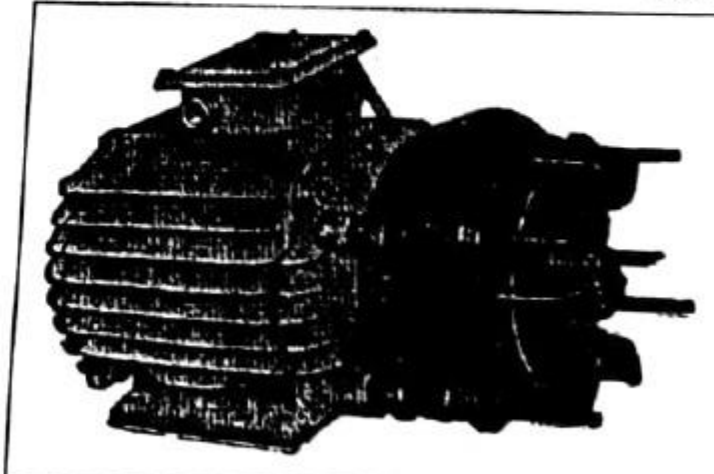
وهي محركات عادية أحادية أو ثلاثية الطور ذات استطاعات مختلفة مزودة بطريقة ميكانيكية او كهربائية مغناطيسية لإيقافها عن الدوران مباشرة عندما يقطع عنها التيار الكهربائي.

تستخدم هذه المحركات في بعض الآلات كماكينات الخياطة الصناعية وفي الروافع الكهربائية والجسور المتحركة والمصاعد وبعض آلات الورش الصناعية وآلات اللف وغيرها، وتقوم عملية الفرملة بدور إيقاف المحرك فوراً في الروافع الذي يتكرر فيها الإيقاف والتشغيل للتحكم بحركة الرافعة بدقة وكعامل أمان فيها.

وطرق الفرملة هي:

١ ـ **طريقة ميكانيكية** بواسطة قرص معدني يدور مع المحرك وله سطح يحقق الاحتكاك المطلوب وبجانبه قطعتين متقابلتين ذات سطح مغطى بغلاف جلدي أو غيره تلامس سطح القرص عند قطع تيار المحرك، وهذه الطريقة تستخدم غالباً في الماكينات الصناعية للخياطة فعند رفع قدم العامل عن دعسة المكنة ينقطع التيار وتتحقق عملية الفرملة معها، ولإعادة تشغيل المحرك يضغط على دعسة المكنة فتبعد الفرملة ويدور المحرك.

وقد يكون مكان القرص المعدني دولاب يقوم بمهمة دولاب الحدافة وفرملته تتم بالضغط على طرفيه الخارجيين.



محرك ثلاثي الطور مع فرملة كهربائية (غطاء الفرملة مرفوع للإيضاح)

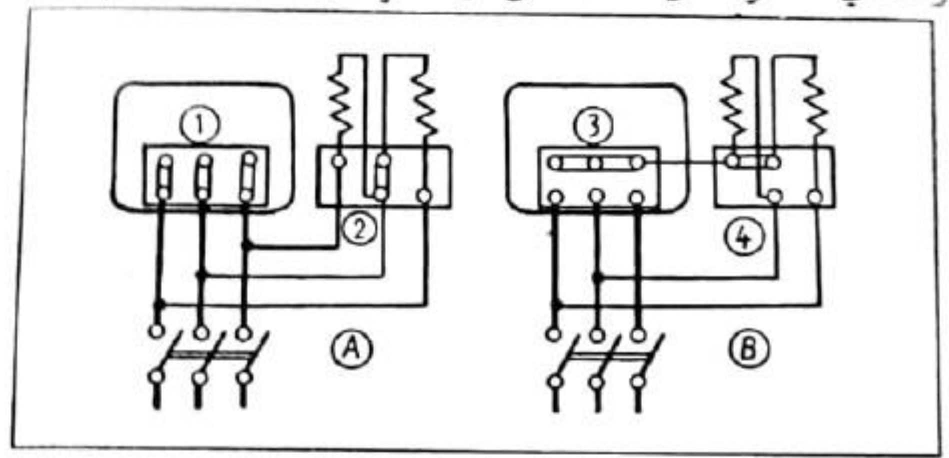
٢ ـ **طريقة كهربائية مغناطيسية** ولها نوعان:

أ ـ طريقة يكون المحرك فيها حر الحركة وتتم الفرملة فقط عند لحظة قطع التيار بعد التشغيل.

ب ـ المحرك مفرمل دائماً وتبتعد الفرملة فقط عند تغذية ملفات المحرك وملف

مغنطيس الفرملة بالتيار وعند قطع التيار تعود الفرملة إلى إيقاف المحرك بفعل نوابضها. وقد يكون لهذه المحركات لوحتي تغذية إحداهما لملفات المحرك والثانية لملفات الفرملة كما في الشكل.

وهناك طرق أخرى للفرملة تقوم بتغذية بعض ملفات المحرك بتيار مقوم (مستمر) لحظة قطع التيار العادي عنه، ويتحقق ذلك بشكل أتوماتيكي عن طريق دارة تحكم خاصة.



مخطط توصيل محرك ثلاثي بملفات فرملة

A - توصيل مثلثي Δ
B - توصيل نجمي Y
1 - لوحة توصيل المحرك Δ
2 - ملفات الفرملة تغذى بثلاث فازات
3 - لوحة توصيل المحرك نجمي Y
4 - ملفات الفرملة تغذى بفازين

الأعطال الخاصة بالمحرك الأحادي:

١ - لايعمل المحرك إلا بعد تدويره باليد أو بطريقة خارجية أخرى. وسبب هذا العطل هو أحد الاحتمالات التالية:

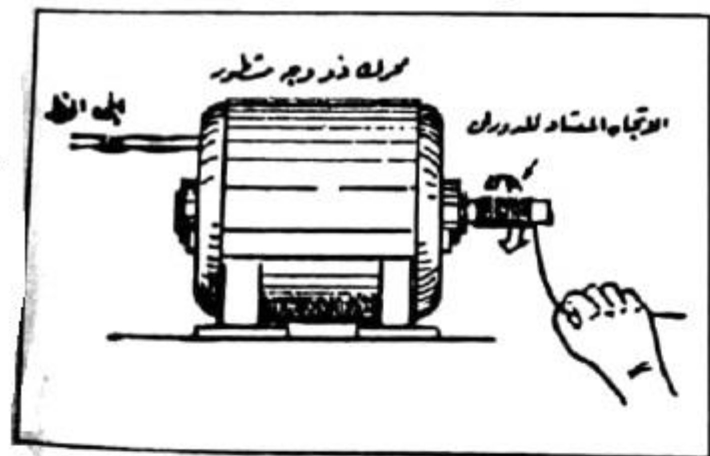
أ - مفتاح الطرد فيه أكسدة أو ابتعاد نقطتي تماسه مما يمنع مرور التيار إلى ملفات الإقلاع.

ب - فصل في المكثف أو تعطله.

جـ - انقطاع أو تخلخل في ملفات الإقلاع.

د - فتح في إحدى حلقات ظل القطب.

هـ - تلف أو احتراق ملفات الإقلاع.



بدء الدوران في المحرك بطريقة ميكانيكية

٢ ـ المحرك يقلع ويدور مع صوت ضجيج وزيادة في شدة التيار وإرتفاع سريع في درجة حرارته. والسبب المحتمل لذلك هو:

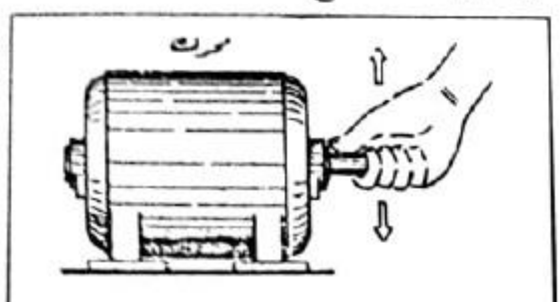
أ ـ إلتحام نقطتي تماس مفتاح الطرد وعدم انفصالهما بعد إقلاع المحرك وقد يكون تعطل أو كسر أو تخلخل جزء من هذا المفتاح.

ب ـ عطل ميكانيكي في كراسي المحور (رولمانات أو باغات) أو نقص التشحيم أو التزييت فيها.

جـ ـ تلامس بين الدائر والثابت.

د ـ زيادة الحمل على المحرك.

هـ ـ زيادة توتر التغذية.



اختبار الكراسي بمحاولة تحريك العمود رأسيا.

٣ ـ عدم دوران المحرك رغم سهولة دورانه يدوياً مع وجود صوت والسبب المحتمل لذلك هو:

أ ـ انقطاع أو إحتراق في ملفات التشغيل.

ب ـ عطل ميكانيكي في الرولمانات أو الباغات.

جـ ـ زيادة في الحمل.

د ـ عطل في الآلة التي يديرها المحرك.

هـ ـ انخفاض في توتر التغذية.

و ـ وجود تخلخل في قضبان القفص السنجابي أو تشقق فيها.

❁ ❁ ❁

الفصل الخامس

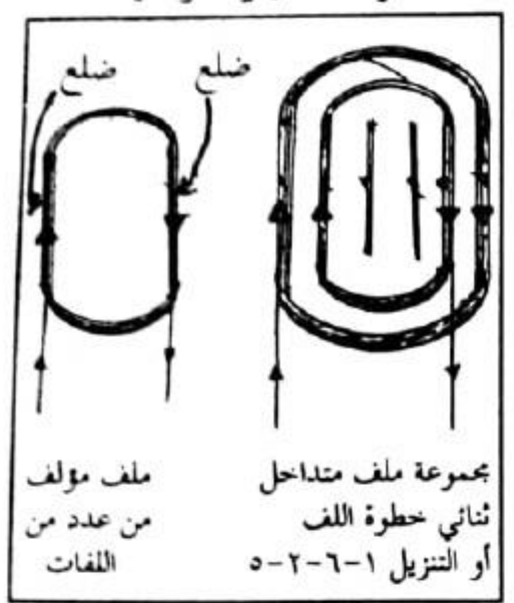
المبادئ العملية للف

يعتمد دوران المحرك على التحريض المغناطيسي الذي ينشأ في ملفات الثابت وهذا التحريض يكون بشكل سيالة مغناطيسية دوارة. وهذا لا يتم إلا بالتقيد بجميع تعليمات اللف وتوصيل المجموعات وخطوة اللف وعدد اللفات وقطر سلكها بشكل صحيح.

وأسلاك اللف تكون غالباً من النحاس ونادراً من الألمنيوم ولها شكل دائري ومعزولة بطبقة من الورنيش أو طبقتين أو طبقة إضافية من القطن أو الحرير فوق طبقة الورنيش.

ويجب معرفة التعاريف التالية:

الملف: يتألف الملف من عدد من اللفات وله طرف بداية والآخر نهاية ولكل ملف ضلعان كل ضلع يتوضع في مجرى فيتولد في أحد الضلعين قطب شمالي وفي الآخر قطب جنوبي، وتنعكس هذه القطبية إذا عكس اتجاه اللف أو اتجاه التيار، وتتناسب القوة المغناطيسية في الملف طرداً مع عدد اللفات وشدة التيار المارة فيه.



مجموعة ملف متداخل ثنائي خطوة اللف أو التنزيل ١-٦-٢-٥

ملف مؤلف من عدد من اللفات

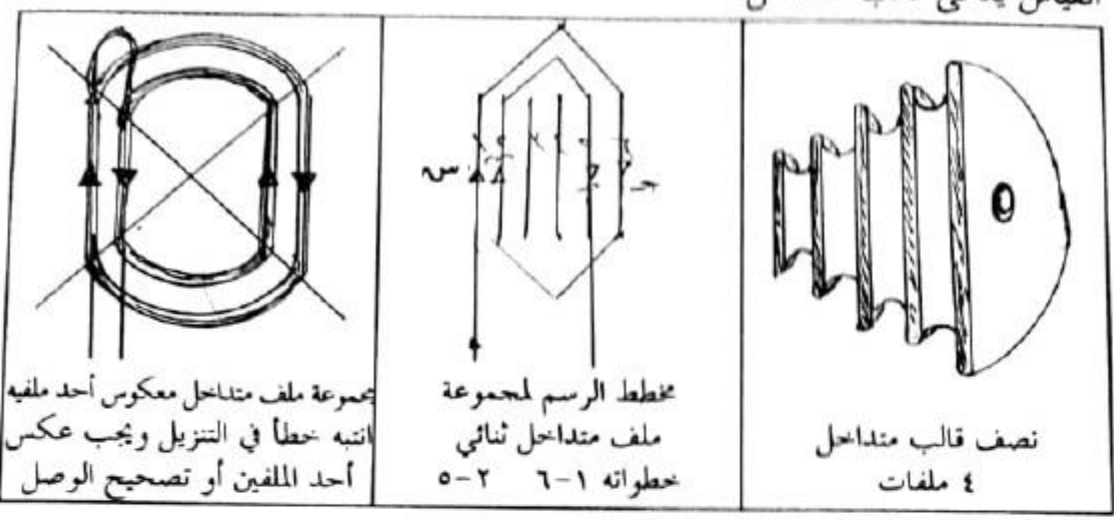
وفي التيار المتناوب تتغير قطبية هذا الملف بما يتناسب مع تردد التيار (هرتز) أو سيكل.

مجموعة الملف المتداخل:

يتألف من ملفين متداخلين أو أكثر ويكون اتجاه التيار في الأضلاع المتجاورة موحداً فتشكل قطبية واحدة ويمتاز النوع المتداخل عن النوع المتتالي بأن سماكة المجموعة هي سماكة ملف واحد.

ولهذه المجموعة بداية واحدة ونهاية واحدة ويجب الإنتباه حين التنزيل في المجاري بتجنب عكس أحد ملفات المجموعات فينعكس فيها إتجاه التيار والمغناطيسية فتفسد دوران المحرك.

يتم لف المجموعات المتداخلة على قالب خشبي أو ألمنيوم قياساته متدرجة القياس يدعى قالب متداخل.



نصف قالب متداخل
٤ ملفات

مخطط الرسم لمجموعة
ملف متداخل ثنائي
خطواته ١-٦ ٢-٥

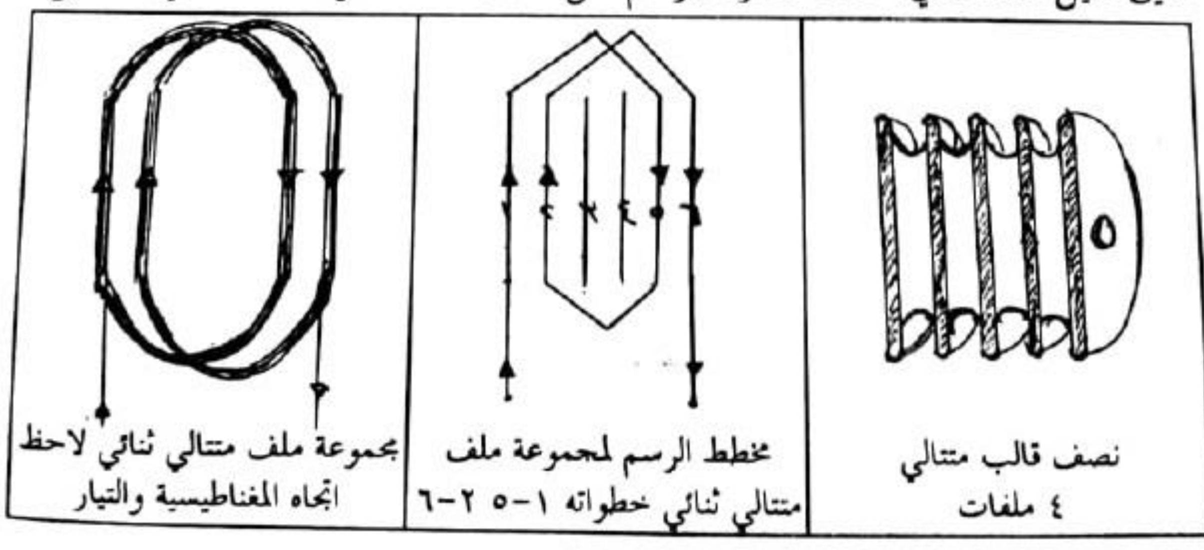
مجموعة ملف متداخل معكوس أحد ملفيه
انتبه خطأ في التنزيل ويجب عكس
أحد الملفين أو تصحيح الوصل

مجموعة الملف المتتالي:

تتألف من ملفين متساويين في القياس أو أكثر ولها بداية واحدة ونهاية واحدة وتكون خطوة تنزيل الملفات متساوية وتتقاطع هذه الملفات على جانبي المحرك مما يعطيها سماكة كبيرة وقد يكون شكلها الخارجي أكثر تناسقاً من المتداخل.

ويراعى في تنزيلها عدم عكس أي ملف كما في المتداخل وقالب الملفات المتتالية له عدة بكرات متساوية القياس.

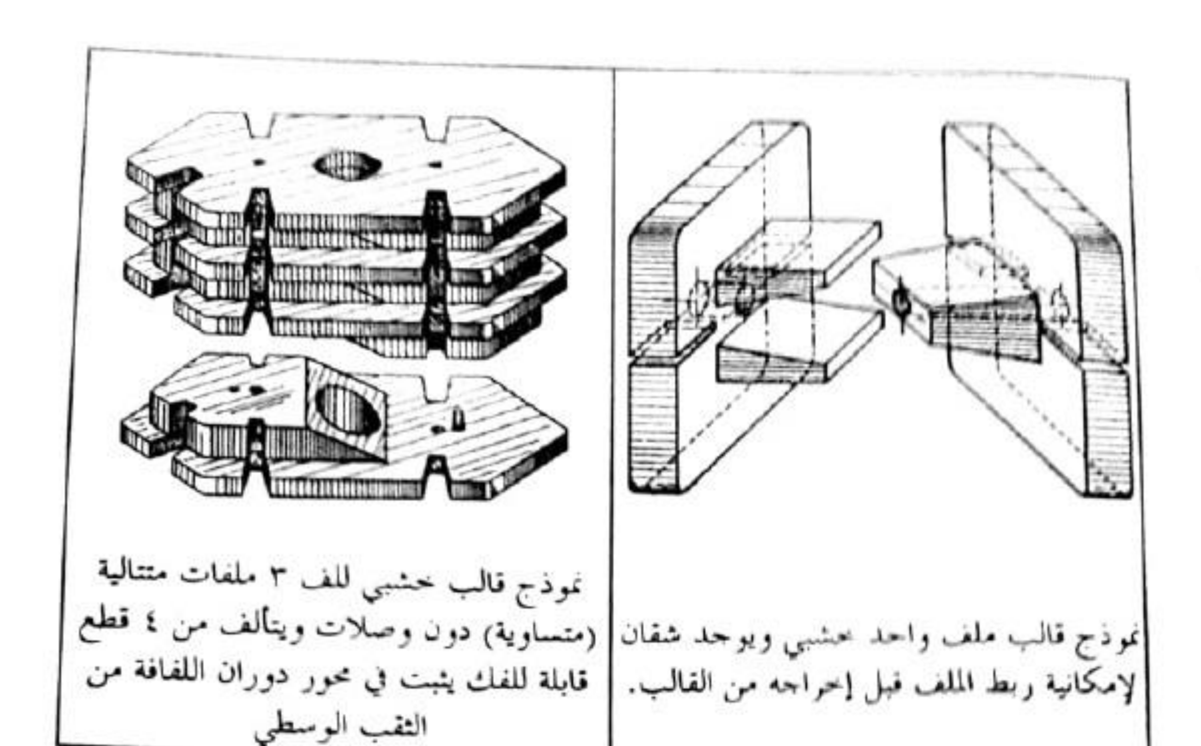
حين تمثيل الملفات في مخطط المحرك يرسم كل ملف كأنه لفة واحدة كما في الشكل.



نصف قالب متتالي
٤ ملفات

مخطط الرسم لمجموعة ملف
متتالي ثنائي خطواته ١-٥ ٢-٦

مجموعة ملف متتالي ثنائي لاحظ
اتجاه المغناطيسية والتيار



نموذج قالب ملف واحد خشبي ويوجد شقان لإمكانية ربط الملف قبل إخراجه من القالب.

نموذج قالب خشبي للف ٣ ملفات متتالية (متساوية) دون وصلات ويتألف من ٤ قطع قابلة للفك يثبت في محور دوران اللفافة من الثقب الوسطي

مجموعات الطور:

وهي كل المجموعات أو الملفات التي تغذى بنفس الطور (الفاز) وتوصل مع بعضها على التسلسل أو التفرع وذلك حسب توتر التغذية والتوتر الذي تتحمله كل مجموعة. ويكون الوصل بين المجموعات حسب مخطط المحرك فقد يكون نهاية مع بداية أو نهاية مع نهاية.

ومجموعات كل طور متماثلة مع مجموعات الأطوار الأخرى في المحرك.

ويمكن تسمية بدايات الأطوار RST ونهاياتها $\overline{RST}$ أو ZXY ــ UVW أو $S_1S_2S_3$ - $E_1E_2E_3$ أو غير ذلك.

الخطوة القطبية:

وهي عدد المجاري في كل قطب من أقطاب المحرك ويمكن تعريفها بأنها عدد المجاري بين خطين حياديين وتحسب كما يلي:

$$\text{الخطوة القطبية} = \frac{\text{عدد مجاري المحرك الكلية}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

ومن المعلوم أن عدد أقطاب المحرك تتناسب عكسياً مع سرعة دورانه كما سبق شرحه بالعلاقة:

$$\text{س} = \frac{\text{ت} \times ١٢٠}{\text{ط}}$$

مثال: محرك ٢٤ مجرى ٢ قطب تكون الخطوة القطبية = $\frac{٢٤}{٢}$ = ١٢ مجرى

خطوة تقدم الطور:

وتتعلق بالمحرك الثلاثي فقط وتساوي عدد المجاري التي تفصل بداية طور عن بداية الطور التالي وتحسب كما يلي:

$$\text{خطوة تقدم الطور} = \frac{\text{الخطوة القطبية} \times ٢}{٣}$$

مثال: خطوة تقدم الطور لمحرك ثلاثي ٢٤ مجرى ٢ قطب = ١٢ × $\frac{٢}{٣}$ = ٨مجرى بداية فاز R في (١) بداية الفاز الثاني (١ + ٨ = ٩) بداية الفاز الثالث (٩+٨=١٧).

إعادة لف المحرك:

أسباب إعادة لف المحرك:

أ - احتراق ملفاته أو جزء منها ويعني بذلك إحتراق الغلاف العازل لسلك الملفات، وفي حال احتراق في ملف أو مجموعة واحدة يمكن أحياناً إعادة لف القسم المحترق فقط إذا ظهر أن بقية الملفات لم تتأثر بذلك وهذا قليل الحدوث.

ب - ضرورة تغيير في مواصفات المحرك لسبب ما مثل تغيير التوتر أو السرعة إذا لم نجد طريقة أسهل مثل استخدام محول لملاءمة التوتر أو تغيير في البكرة أو غيرها لتغيير السرعة.

علامات احتراق عازل ملفات المحرك:

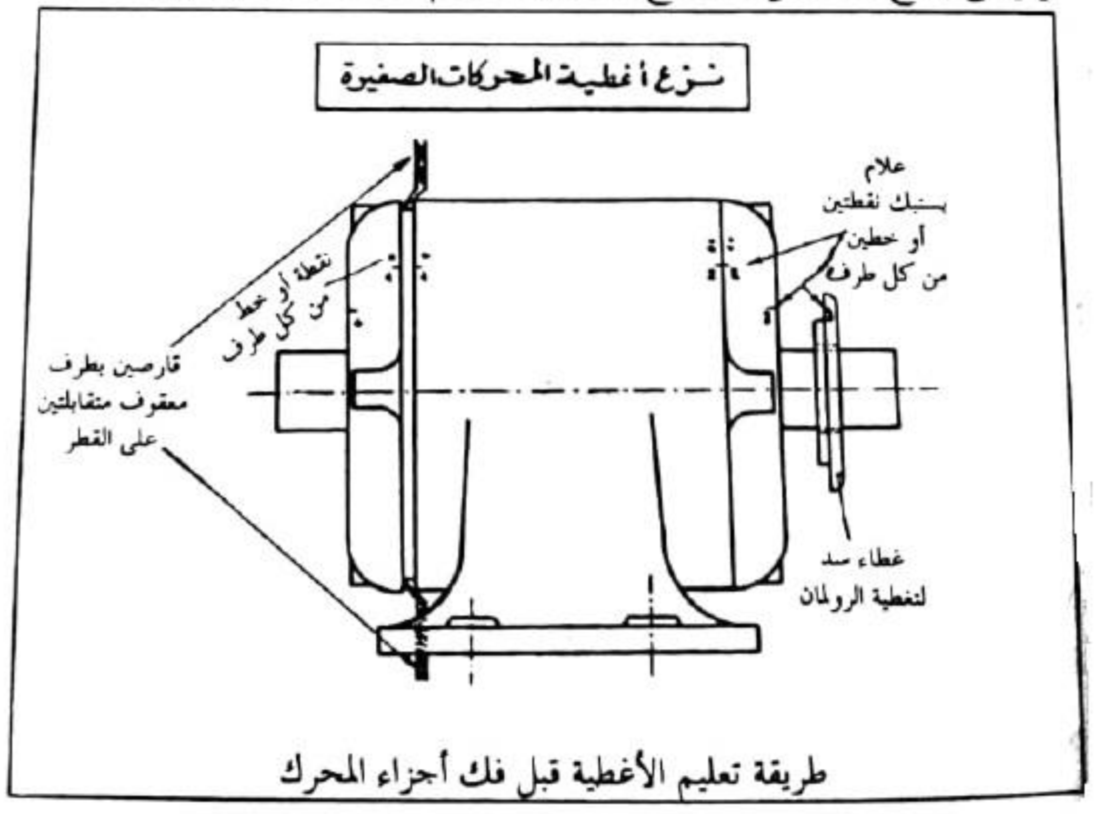
١ - تفحم الورنيش العازل وتحوله للون أسود أو بني غامق.

٢ - انتشار رائحة الورنيش المحترق الواخز.

٣ - خروج دخان من المحرك.
٤ - تشقق وتقشر طبقة الورنيش العازل في بعض اللفات.
٥ - عدم وجود أي عطل في المحرك ولكنه لا يعمل أو يسبب قصر دارة عند تشغيله، وهذا يدل على وجود الإحتراق في الأسلاك داخل مجاريه فلا تظهر إلا بعد نزع ملفاته وهذا يحدث بسبب حصر اللفات في حيز ضيق وضعف التهوية داخل المجاري.

خطوات إعادة لف المحرك:

١ - التأكد من احتراق المحرك وذلك بالتأكد من صحة وصل لوحة التوصيل ووصول التوتر الصحيح إليه بواسطة مقياس فولت أو مصباح وعدم وجود عطل ميكانيكي في المحرك أو الآلة المرتبط بها يمنع دورانه بسهولة. ويفضل فحصه دون حمل.
٢ - قطع التيار عن الآلة وفصل خطوط التغذية عن لوحة المحرك وعزلها وتعليمها إذا لزم.
٣ - فك السيور أو المسننات التي تربط المحرك بالآلة ثم فك المحرك من مكان تثبيته، ويفضل وضع علامة على مكان تثبيته إذا كان قابلاً للانزلاق لضبط شد السير (القشاط) مما يسهل إعادة ضبطه بعد لفه وتركيبه.
٤ - فك أجزاء المحرك بعد تعليم الغطائين والهيكل بواسطة السنبك أو قلم علام حيث توضع نقطة مقابل نقطة في طرف، ونقطتين مقابل نقطتين في الطرف الآخر. ويراعى اتباع التسلسل الصحيح للفك واستخدام العدد المناسبة والطريقة الفنية.



طريقة تعليم الأغطية قبل فك أجزاء المحرك

٥ ـ كشف الأعطال الداخلية واحتراق الملفات والأعطال الميكانيكية في الرولمانات أو الباغات أو مفتاح الطرد إذا وجد والعمل على إصلاحها وتبديل القطع التالفة ـ وقد يظهر حين فك أجزاء المحرك عدم ضرورة إعادة لفه والاكتفاء بإصلاح قطع في الوصلات أو سلك في الملف أوغيره.

٦ ـ تسجيل المعلومات قبل نزع الملفات التالفة وذلك في سجل خاص يدون فيه معلومات كل محرك يعاد لفه للاستفادة منها عند إعادة اللف للمحركات المماثلة.

وتتضمن المعلومات المطلوب تسجيلها مايلي:

أ ـ جميع معلومات لوحة المحرك ـ اسم الشركة ـ النوع ـ الطراز ـ الإستطاعة ـ التوتر ـ الشدة ـ التوصيل ـ السرعة...

ب ـ معلومات داخلية وهي ـ عدد المجاري ـ عدد المجموعات ـ خطوة كل ملف في المجموعة ـ قطر السلك في التشغيل والإقلاع ـ عدد لفات كل ملف في التشغيل والإقلاع ـ محيط كل ملف بعد نزع الملفات..

طريقة التوصيل بين المجموعات نهاية مع بداية أو نهاية مع نهاية ـ طريقة الوصل تسلسلي أو تفرعي ـ اللف بسلك واحد أو سلكين.

طول المجرى وقطر العضو الدائر أو الثابت من الداخل وذلك لتنفيذ لف المحرك بالمواصفات الأصلية والتأكد من معلومات المحرك الذي يعاد لفه بعد احتراقه مرة ثانية نتيجة أخطاء في معلومات لفه.

جـ ـ معلومات طريقة توصيل لوحة المحرك ويفضل رسم مخطط سريع للمحرك بالشكل الانفرادي أو الدائري.

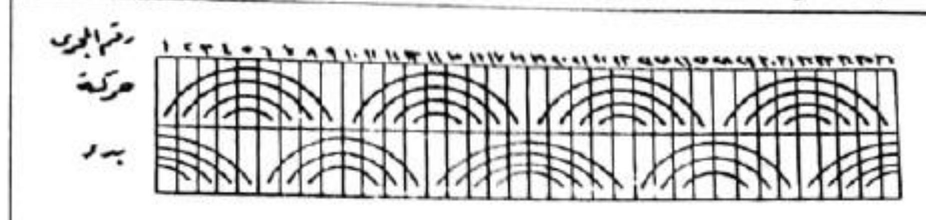
٧ ـ نزع الملفات وإخراجها من المجاري بإحدى الطرق التالية:

أ ـ النزع المباشر بالبانسة أو الزردية إذا كانت الملفات غير مورنشة، حيث يخرج غطاء الملف الكرتوني أو يقطع بمشرط أو بنسلة منشار وتسحب الأسلاك بالتدريج أو بقص أحد طرفي الملف ويسحب من الطرف الآخر.

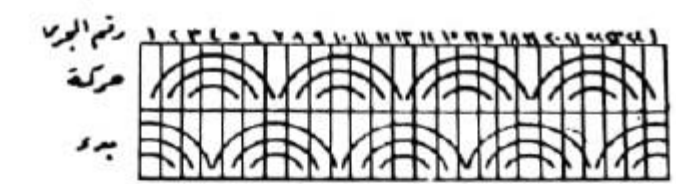
ب ـ قطع الملفات من أحد الطرفين قرب الدارة المغناطيسية بواسطة إزميل حاد ثم يطرق على طرف كل ضلع بواسطة قطعة حديد مبروم لدفع أسلاك الملف وسحبها من الطرف الآخر.

وهذه الطريقة تناسب المحركات الكبيرة والمورنشة.

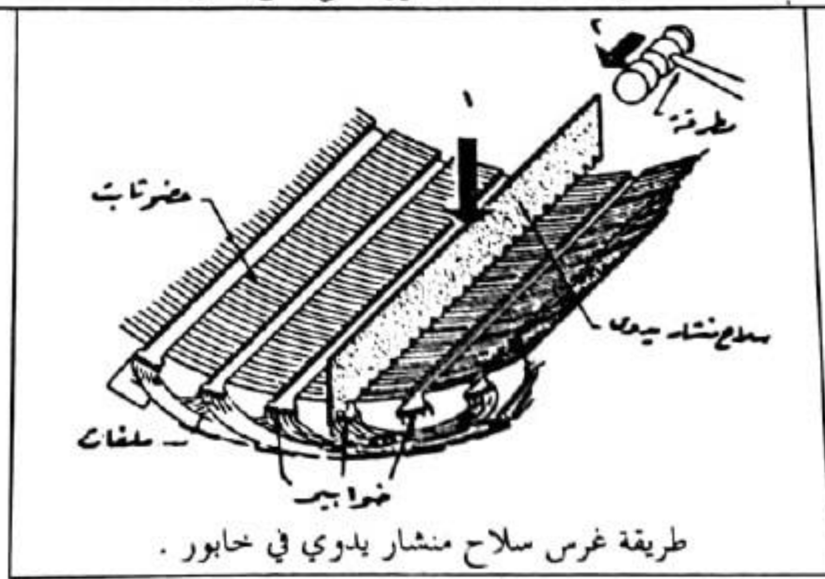
جـ ـ حرق جانب الملفات لإضعاف تماسك الورنيش بواسطة لهب شلمو غاز أو بابور ضرب. ويراعى عدم توجيه الحرارة واللهب على حديد الدارة المغناطيسية لتجنب إضعاف مواصفاتها المغناطيسية وهذه الطريقة أيضاً تناسب المحركات الكبيرة والصغيرة...



معلومات الخطوة لمحرك ذي أربعة أقطاب، يحتوي على ٣٦ مجرى. أقطاب ملفات البدء ليست متماثلة، فأحد الأقطاب يحتوي على أربعة ملفات، بينما يحتوي الآخر على ثلاثة.



معلومات الخطوة لمحرك ذي أربعة أقطاب، يحتوي على ٢٤ مجرى. الملفات الخارجية للأقطاب المتجاورة تحتل نفس المجرى.

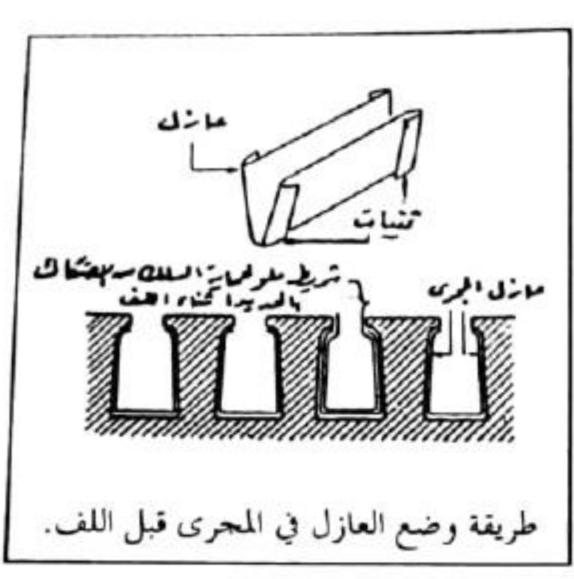


طريقة غرس سلاح منشار يدوي في خابور.

٨ ـ الاحتفاظ بمجموعة أو ملف كامل لأخذ بقية المعلومات والتأكد منها (عدد اللفات ـ قطر السلك بدون ورنيش ـ محيط كل ملف ـ وزن مجموعة واحدة أو جميع المجموعات لإجراء عمليات المقارنة وحساب التكاليف.

٩ - تنظيف المجاري تماماً من بقايا الكرتون العازل باستخدام مفك أو نسلة منشار أو فرشاة فولاذية عند اللزوم.

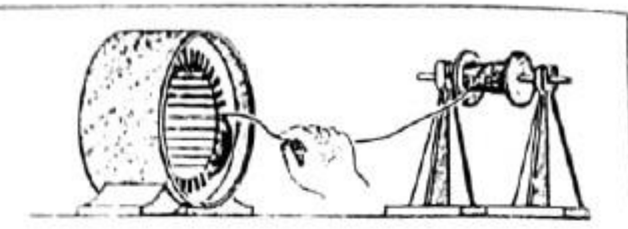
١٠ - إعادة تشكيل العازل الكرتوني للمجاري بنفس مواصفات العازل القديم وقياسه وقد سبق شرح أنواع الكرتون العادي والمجلتن وطريقة القص بالاتجاه المناسب لألياف الكرتون وطريقة ثني الطرفين ثم الحني بشكل مناسب للمجرى. ونتأكد من تشكيل قطعة واحدة مناسبة وصالحة ثم قص القطع بنفس القياس.



طريقة وضع العازل في المجرى قبل اللف.

طريقة لف الملفات على ضبعة خاصة.

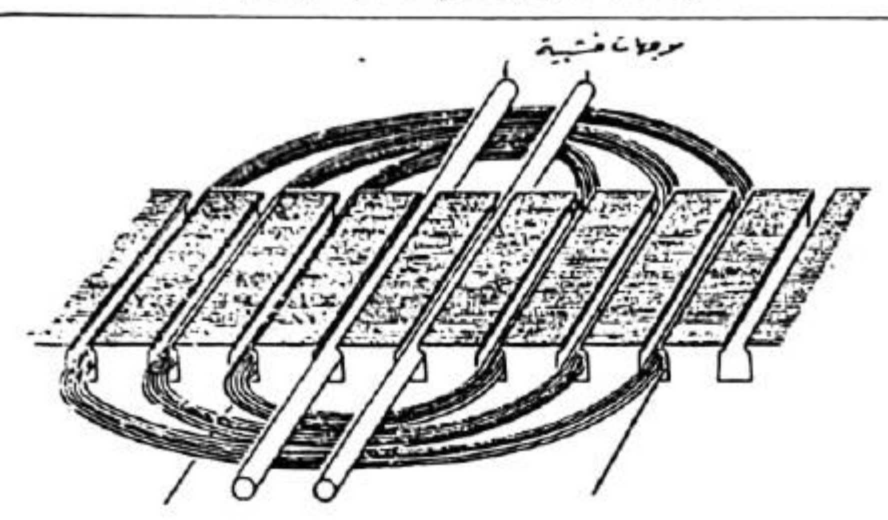
ضبعة خاصة للف المفرد أو الجماعي.



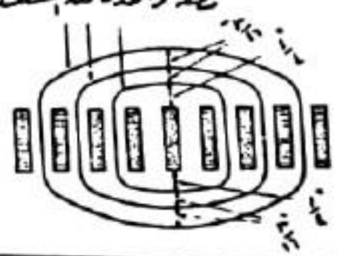
وضع المحرك مع بكرة السلك أثناء عملية اللف



طريقة لف قطب واحد في العضو الثابت، باليد.



يمكن وضع موجهات خشبية في المجاري الخالية لحفظ الملفات في وضعها أثناء عملية اللف.



الوضع المضبوط للفات مفردة من السلك لمعرفة مقاس الضبعات الخشبية.

١١ ـ لف مجموعة واحدة حسب المواصفات القديمة أو إجراء قياس محيط الملف بتمرير سلك في المجاري حسب خطوة التنزيل مع مراعاة المسافة والبعد عن الدارة المغناطيسية بحيث لا تكون كبيرة ولا صغيرة وبمعدل (٥ ــ ١٠مم) من

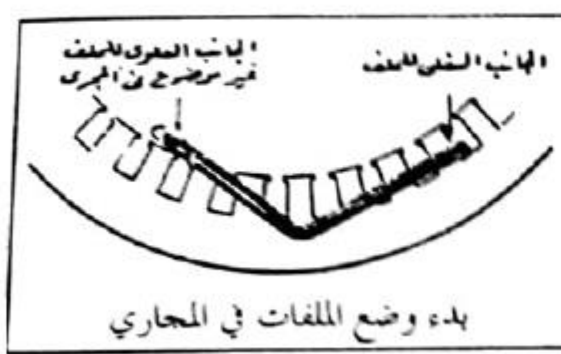
كل طرف للملف الداخلي و (١٠ - ٢٠ مم) للملف الذي بعده في النوع ذو الملفات المتداخلة كما في الشكل ويتم اللف بلفافة يدوية أو آلية ويحزم كل ملف من ضلعيه بسلك نحاسي قديم وذلك للمحافظة على لفاته جيدة الترتيب.

١٢ - تنزيل المجموعات:

تنزل المجموعة بحيث تحافظ على اتجاه اللف وعدم وجود أي انعكاس في ملف أو مجموعة فذلك يلغي مغناطيسيتها. ويفضل تنزيل الملف الصغير ثم الأكبر على أن تكون أطراف المجموعة من المكان والجهة المحددة والتي فيها فتحة توصل إلى لوحة الوصل. يوضع الملف المطلوب تنزيله فوق المجاري التي سينزل بها ويجلس الضلع بشكل مستقيم ثم نحاول فرد الأسلاك لتتباعد عن بعضها. وننزل سلكاً بعد سلك مع حركة ترددية لينة باتجاه طول المجرى. ويمكن استخدام قطعة فيبر أو بلاستيك



فرد أحد جانبي الملف
حتى يمكن انزاله في المجرى.



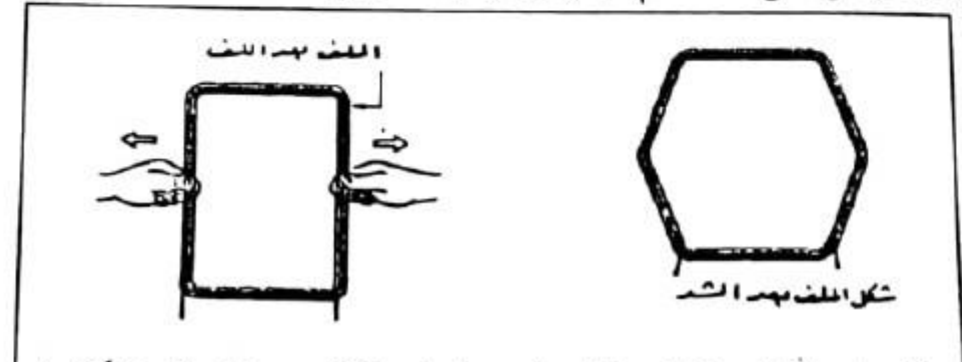
بدء وضع الملفات في المجاري

أو خشب غير سميكة للمساعدة في حصر الأسلاك داخل المجرى، ويراعى عدم خدش أو جرح العازل الورنيش ويزلق عازل كرتوني بشكل منحني فوق الضلع لحفظه داخل المجرى. وطول الغطاء العازل أكبر من المجرى من كل طرف بحدود (٥ - ١٠مم) ونتأكد عند تنزيل أول مجموعة من صحة قياسها وتعديل المجموعات التالية إذا كانت كبيرة أو صغيرة.

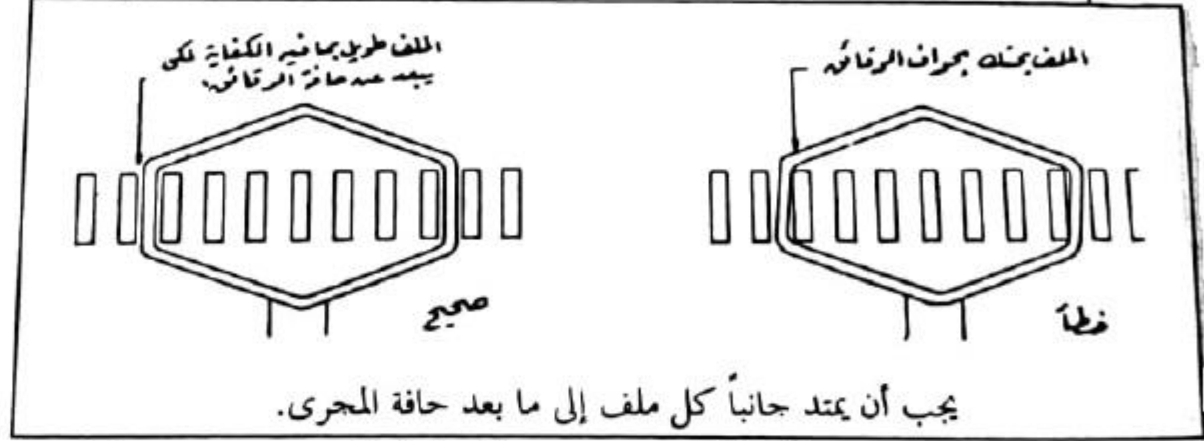
ثم ننزل بقية المجموعات بالترتيب الصحيح، وفي المحرك الأحادي يتم تنزيل ملفات التشغيل ثم ملفات الإقلاع.

١٣ - تربيط المجموعات وحزمها من الجانب الذي لا يحتوي على أطراف. ويكون التربيط بخيط حريري أو قطني أو تريس قماشي أو أي نوع لا يحتوي على مواد تتأثر بالحرارة كالبلاستيك (النايلون) ويجب عند التربيط وضع عازل بين المجموعات من الكرتون الرقيق ثم تحزم مع الملفات ويدق عليها بمطرقة بلاستيك أو خشب أو مطاط وتعطى الشكل الدائري المناسب وتكون الملفات مائلة إلى خارج المحرك لتسهيل دخول العضو الدائر دون أن يتلامس مع الملفات.

ويفضل قبل حزم الملفات التأكد من وضعية المجموعات وتنزيلها وعدم انقطاع في ملفاتها ويمكن استخدام الآفومتر أو لمبة السيري لذلك.



يمكن لف الملفات في المحركات الصغيرة على شكل مستطيل، ثم تشكيلها بشكل ألماسي بشدها عند المنتصف في ناحيتين متقابلتين.



يجب أن يمتد جانباً كل ملف إلى ما بعد حافة المجرى.

١٤ ـ توصيل المجموعات أو الملفات حسب المخطط الصحيح بحيث يكون التوصيل جيداً من الناحية الميكانيكية والكهربائية وذلك بإزالة الورنيش العازل جيداً بطريقة الحرق أو الإزالة بالمشرط ثم وضع أنبوب عازل من أحد الطرفين ثم عمل الجدلة بين السلكين في المكان المناسب بحيث تكون الأسلاك غير

طويلة أو قصيرة. وعند التوصيل يتم الجدل بقوة وبما لا يقل عن (٨ ـ ١٠ جدلات) ويقطع السلك الباقي ويزلق العازل لتغطية الوصلة.

أما الأطراف التي ستوصل إلى لوحة الوصل فيستخدم لها أسلاك شعرية معزولة ببلاستيك حراري أو أي عازل يتحمل الحرارة، ويستخدم لون للبدايات ولون آخر للنهايات، أو لون للتشغيل ولون آخر للإقلاع ومقطع السلك الشعري يجب أن يتناسب مع شدة تيار المحرك.

طريقة وضع جانبي ملفوف في المجرى بعازل مكون من قطع من الشريط.

وضع طبقة من الفيبر أو ورق عازل بين الملفات يجب أن يمتد العازل بين الملفات على الأقل نصف بوصة بعد نهايتي المجرى.

ويفضل لحام الوصلات بالقصدير بالكاوي العادي أو التحريضي، ويوجد ملاحم خاصة كهربائية تستخدم في لحام الأسلاك الكبيرة القطر.

١٥ ـ تربيط الجانب الذي تم فيه التوصيل باستخدام نفس الخيطان أو التريس القماشي ويراعى تربيط وحزم جزء من الأسلاك الشعرية الخارجة إلى اللوحة، والمحافظة على إبعاد الملفات عن جسم المحرك وعن الغلاف الخارجي. وقد يلزم وضع عازل كرتوني بين المجموعات أو على الطرف الداخلي لمعدن الغلاف الخارجي للمحرك لتجنب تلامس بعض اللفات مع الحديد أو معدن الغلاف.

١٦ ـ التأكد من الوصلات ومن عدم وجود تلامس مع المعدن.

١٧ ـ تركيب أجزاء المحرك حسب التعليم وبترتيب صحيح بعد إصلاح الأعطال الميكانيكية إن وجدت.

١٨ ـ تجريب المحرك على تيار توتره أقل من التوتر الاسمي للمحرك. والتأكد من سرعة الدوران وصوت المحرك وشدة التيار والحرارة ثم إعادة التجربة على توتر صحيح.

١٩ ـ فك المحرك وإجراء عملية الورنشة وتركه ليجف لفترة زمنية كافية ثم إعادة تركيب المحرك وتجريبه ثانية ليكون جاهزاً.

ملاحظة: إذا كان المحرك ثلاثي يمكن تجريبه على تيار أحادي كما مر معنا سابقاً.



ثابت محرك ثلاثي أثناء تنزيل الملفات

من النوع المغطى بتريس قماشي

ورنشة الملفات:

يستخدم الورنيش أو المركبات الخاصة لحماية الملفات من الرطوبة وزيادة تماسكها وصلابتها ولتحسين التبادل الحراري مع الهواء، كما تزيد من المتانة الكهربائية للعازل وخاصة في الأماكن التي يتعرض فيها العازل للحك أو الخدش أثناء اللف. والورنيش مادة عضوية وهو مركب لزج بني اللون يجف بالحرارة أو إذا ترك لفترة من الزمن فيمنع تسرب الرطوبة أو الماء إلى داخل الملفات ويجعلها كتلة واحدة متماسكة.

طرق الورنشة:

١ ـ طريقة الدهن بفرشاة بعد إتمام عملية اللف والتجريب فيتخلل الورنيش داخل الملفات. وتعتبر هذه الطريقة غير مجدية تماماً ولكنها أبسط طريقة قد يستخدمها الفني. ويتم تجفيف الورنيش بتعريضه للهواء وحرارة الشمس أو يوضع تحت حرارة مصباح كهربائي له عاكس موجه إلى الملفات بعد دهنها.

٢ ـ طريقة الغطس: تجفف الملفات في فرن خاص لدرجة (١٠٠ ــ ١٢٠مْ) ثم تغطس في الورنيش لفترة كافية ليتسرب الورنيش داخلها وتخرج فقاعات الهواء لتحل محلها مادة الورنيش، ثم يخرج المحرك ويترك ليتساقط الورنيش الزائد ثم تعاد إلى الفرن للتجفيف.

صورة لورشة يتم فيها ورنشة العضو الدائر الملفوف بطريقة التفريغ والضغط في حيز مغلق (فرنسا)

٣ ـ طريقة الغطس تحت الضغط والتفريغ:

وتستخدم هذه الطريقة للآلات الكبيرة ولها تجهيزات خاصة في مصانع الآلات الكهربائية وتتم كما يلي:

أ ـ تجفف الملفات لدرجة (١٢٠مْ) خلال (٤ ـ ٦ ساعات) حسب حجم الآلة وقد تستمر لمدة (١٢ ساعة) أحياناً وذلك لإزالة وطرد الرطوبة منها.

ب ـ توضع الملفات في وعاء معدني مغلق وتجرى عملية تفريغ الهواء منه حتى (٧٠مم زئبقي) وترفع الحرارة تدريجياً حتى (١٢٠مْ) مستمرة لمدة (٤ ساعات).

جـ ـ يدخل الورنيش السائل إلى الوعاء المغلق فيندفع بشكل بخار وتمتصه الملفات ويتغلغل حتى الأجزاء الداخلية وبعد ذلك يرفع الضغط حتى يصل إلى (٢ ـ ٣ بار) ولمدة ساعة.

د ـ يسلط الهواء المضغوط لإزالة الورنيش الزائد ثم يسخن من جديد لمدة (١ ـ ٢ساعة) للتجفيف النهائي.

طريقة الدهان بالمواد التركيبية الأخرى (كومباوند):

تستخدم مواد مشابهة للورنيش مركبة من الإسفلت الطبيعي وزيت البرافين أو الشمع أو مركبات الصمغ التركيبي حيث تكون صلبة في درجة الحرارة العادية وتصبح سائلة في الدرجة (١٠٠ ـ ١٢٠ مْ).

الورنيش السلكوني:

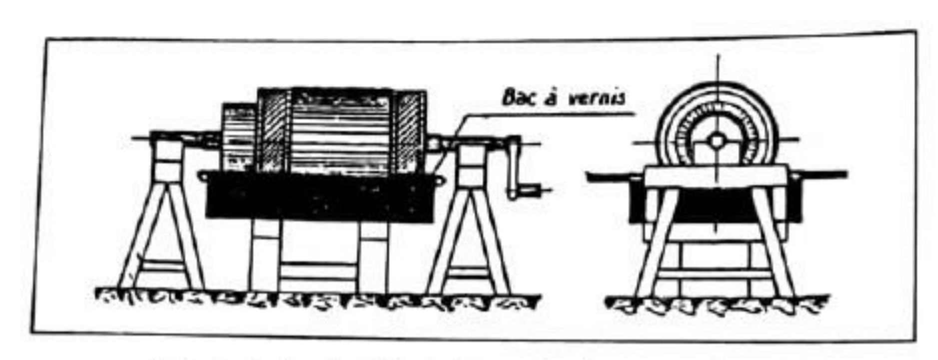
وهو مركب من ثالث كلور السليكون الذي يستحصل عليه من تفاعل السيليس مع الكلور في فرن عالي الحرارة، وتصبح هذه المادة صلبة بعد التجفيف وغير قابلة للإنصهار أو الإنحلال، ولونها شفاف وميزتها الهامة أنها تتحمل درجة حرارة عالية تصل حتى (٢٥٠ مْ) وبشكل دائم.

طريقة ورنشة العضو الدائر الملفوف:

يجفف في فرن جيد التهوية بحرارة (١٠٠ ـ ١٢٠مْ) ثم يغطس وهو ساخن (٨٠مْ) في وعاء الورنيش ويترك حتى ينتهي خروج الفقاعات على سطح الورنيش

مما يدل على تغلغل الورنيش إلى الحيز الداخلي للملفات، ثم يرفع من الورنيش ويترك حتى يتساقط الورنيش الزائد ثم يعاد إلى الفرن لتجفيفه.

وإذا كان الدائر الملفوف كبيراً فإنه يوضع فوق حوض الورنيش على مسندين ثم يُدوَّر ببطء ليتشرب الورنيش ويصل إلى كل ملفاته كما في الشكل.



طريقة الورنشة بغطس العضو الدائر الملفوف داخل الورنيش وتدوير الذراع لإتمام الغطس لكل الملفات.



الأعطال العامة لمحركات التيار المتناوب الثلاثي

١ ـ المحرك لا يقلع:

أ ـ افحص الفواصم والحمايات وتأكد كذلك من صحة وصل المحرك Y-Δ.

ب ـ تأكد من وصول التيار إلى أطراف تغذية المحرك وعدم انقطاع أحد الأطوار.

جـ ـ افصل التغذية وتأكد بمصباح السيري أو بمقياس الآفو بمجال الأوم من عدم وجود انقطاع في الملفات.

٢ ـ المحرك يقلع بصعوبة:

أ ـ إذا كان المحرك ذو دائر ملفوف فيجب التأكد من وضع الفحمات على حاملها وبطول كاف وضغطها مناسب على حلقتي الانزلاق.

ب ـ تأكد من الوصل بين العضو الدائر والمعدلة وعدم وجود انقطاع في مقاومة المعدلة.

جـ ـ تأكد من عدم انقطاع في ملفات العضو الدائر أو في طرف التوصيل النجمي له.

د ـ تأكد من عدم وجود تلامس بين الدائر والثابت أو تلف كراسي المحور (الرولمانات) وذلك بتدويره يدوياً.

هـ ـ وجود حمل كبير على الآلة أو فيها عطل أو سوء تشغيل.

٣ ـ المحرك يدور بسرعة منخفضة:

أ ـ التوصيل نجمي Y بينما يجب أن يكون التوصيل Δ مثلثي (راجع توصيل اللوحة والتوتر الاسمي المسجل عليها وتأكد من التوتر الفعلي للشبكة).

ب ـ توتر التغذية ضعيف.

جـ ـ انقطاع أحد فازات التغذية أو ضعف توتره أو تلامس ضعيف بين الفحمات والعضو الدائر للمحرك ذو الدائر الملفوف.

د ـ تخلخل أو تشقق في قضبان الدائر ذو القفص السنجابي.

هـ ـ تأكد من شد جميع براغي وصواميل تثبيت أجزاء المحرك.

٤ ـ الملفات ترتفع حرارتها بشكل غير طبيعي:

أ ـ قصر دارة في بعض الملفات.

ب ـ انقطاع أحد الفازات فترتفع حرارة ملفات الطورين الآخرين.

جـ ـ زيادة حمل المحرك.

د ـ تلامس الملفات مع جسم المحرك في أكثر من مكان.

هـ ـ زيادة توتر التغذية أو وصله في اللوحة بشكل مثلثي بينما توتر الشبكة يتطلب توصيل نجمي Y.

٥ ـ تكهرب جسم المحرك:

أ ـ تلامس بين خط تغذية طور وجسم المحرك.

ب ـ تلامس بين أحد الملفات والمعدن.

جـ ـ ضعف العازلية أو تلف الكرتون.

د ـ دخول الماء إلى ملفات المحرك.

ويمكن فحص العازلية بين الملفات والجسم المعدني كما يلي:

١ ـ بواسطة مصباح السيري بين أطراف المحرك والجسم المعدني فتوهج المصباح يدل على وجود التلامس.

٢ ـ بواسطة مقياس فولت كما في الطريقة السابقة.

٣ ـ طريقة استخدام منبع تيار مستمر (٦ ـ ١٢ف) يوصل طرف إلى خط تغذية المحرك والطرف الآخر إلى الجسم المعدني للمحرك عن طريق مقياس أمبير أو ميلي أمبير فإذا انحرف المؤشر في المقياس فيدل ذلك على وجود التماس.

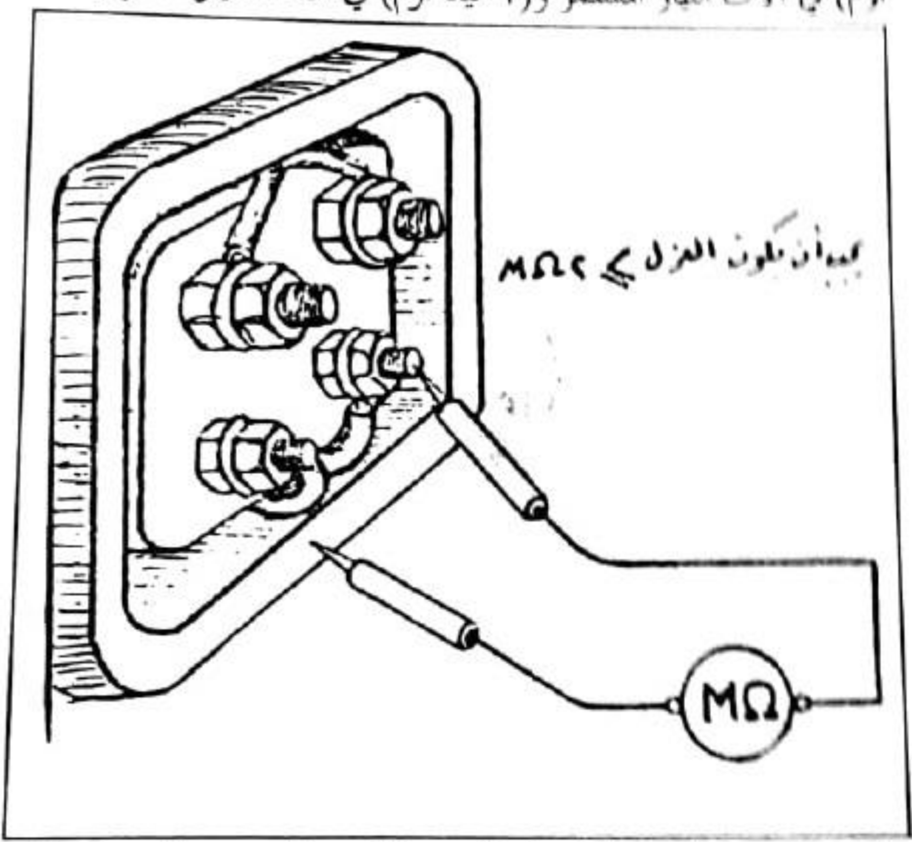
٤ ـ استخدام محول توتر عالي استطاعته ضعيفة، يوصل أحد طرفي التوتر العالي إلى جسم المحرك والطرف الآخر إلى الملفات أو طرف تغذية المحرك مع مقياس ميلي أمبير ثم نرفع التوتر تدريجياً بواسطة معدلة (مقاومة متغيرة) موصولة على التسلسل مع الملفات الإبتدائية للمحول، ونراقب مقياس الميلي أمبير فإذا بدأ مؤشره بالانحراف فيدل ذلك على وجود تسرب وضعف في العازلية وتظهر شرارة ودخان في مكان

إجهاد العازلية ويحدد توتر الاختبار كما يلي:

أ - في المحركات أو الأجهزة التي تغذى بأقل من (١٠٠ فولت) يكون توتر الاختبار مساوياً (ضعف التوتر + ٥٠٠ فولت).

ب - في المحركات أو الأجهزة ذات التغذية بالتيار المتناوب أكثر من (١٠٠ ف) يكون توتر الاختبار مساوياً (٢ ف + ١٠٠٠ فولت) وقد يضاف (١٠٠٠ فولت) أخرى لزيادة التأكد من متانة العزل.

ومقاومة العزل تقاس بالميغا أوم ويجب أن لا تقل عن (٢٠٠ - ٥٠٠ك أوم) في الات التيار المستمر و(٢ ميغا أوم) في آلات التيار المتناوب.



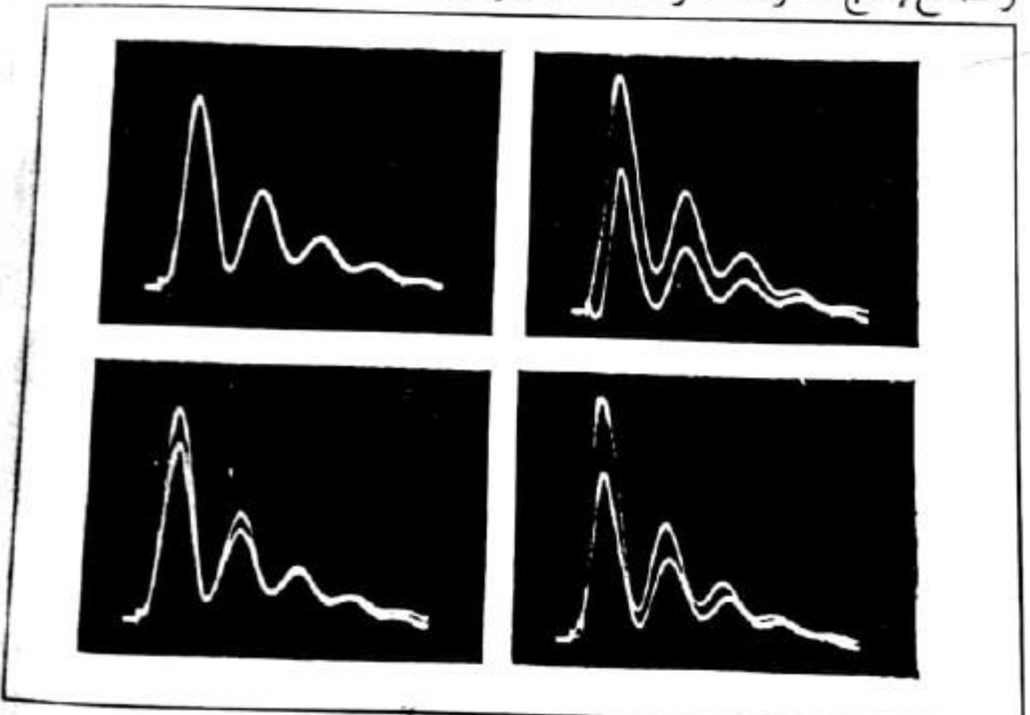
استخدام جهاز الميجر لقياس العازلية بين الجسم المعدني وملفات المحرك ويمكن استخدام مقياس الآفو (مجال الأوم) أو مصباح تسلسلي.

٥ - استخدام جهاز الميجر (مقياس العازلية)

وهو جهاز يقيس العازلية بالميغا أوم يولد توتراً مناسباً (٥٠٠ - ١٠٠٠ف) ذو استطاعة ضعيفة بواسطة تدوير ذراع الجهاز ويوصل سلكيه بين جسم المحرك وطرف الملف المطلوب فحصه كما في الشكل.

٦ ـ جهاز فحص إلكتروني ذو شاشة يوصل مع الملفات أو بين جسم المحرك والملفات ويعطي نبضات، وتظهر على شاشة الجهاز بشكل منحنيات تبين وجود التماس أو ضعف العازلية كما يفيد في تحري الأعطال الأخرى أثناء اللف. وباعتباره غالي الثمن فإن استخدامه ينحصر في معامل ومصانع إنتاج المحركات أو الآلات الكهربائية.

جهاز الكتروني له راسم إشارة يعطي نبضات لملفات المحرك فيرتسم على الشاشة تعرجات تظهر نوع الخطأ ومكانه



منحنيات يعطيها راسم الإشارة عند فحص ملفات محرك ثلاثي الطور.

الشكل فوق يسار : منحنيات متطابقة لايوجد أي خطأ

الشكل فوق يمين : طور معكوس

الشكل تحت يسار : قصر دارة في لفة واحدة

الشكل تحت يمين : قصر دارة في ١٠ لفات

الأخطاء الطارئة أثناء اللف أو بعده:

١ ـ تلامس الملفات مع الجسم المعدني.

٢ ـ وجود الدارات المفتوحة في ملفات الطور بسبب الإنقطاع أو الوصلات الرديئة.

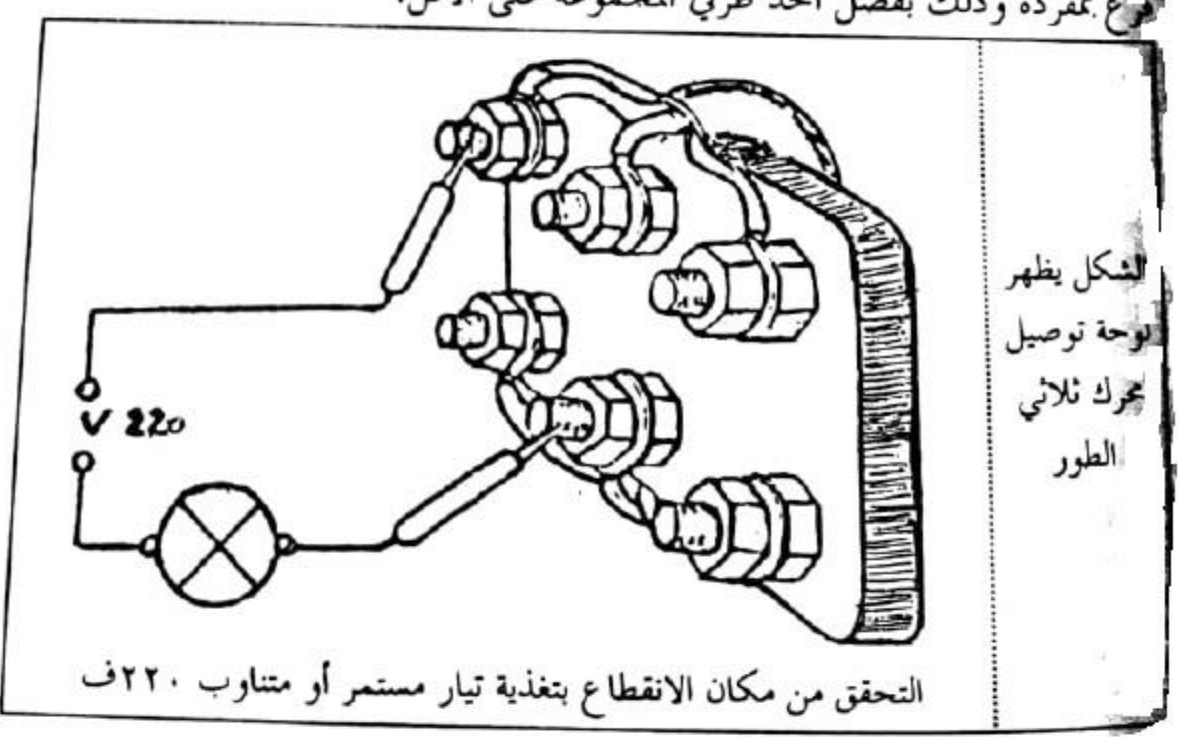
٣ ـ وجود القصر في ملف واحد أو بين ملفين مع بعضهما.

٤ ـ وجود المعكوسات عند تنزيل أو توصيل ملف أو مجموعة أو مجموعات طور واحد.

أ ـ كشف التلامس والدارات المفتوحة:

إن وجود التلامس بين الملفات مع بعضها البعض أو بين ملف والجسم المعدني يكشف بإستخدام إحدى الطرق المذكورة سابقاً.

كما أن كشف دارة مفتوحة في الملفات أو الوصلات الرديئة يتم باستخدام مصباح التسلسلي (السيري) أو بمقياس الآفومتر بمجال الأوم. حيث نضع أحد سلكي الجهاز على طرف الملف أو المجموعة أو طرف توصيل المحرك وننتقل بسلك الجهاز الآخر إلى الوصلات أو النهايات. وعندما لايضيء المصباح أو لايتحرك مؤشر مقياس الآفومتر يدل ذلك على وجود الإنقطاع. وعند وجود مجموعات أو ملفات على التفرع فيجب التأكد من استمرارية وعدم انقطاع كل فرع بمفرده وذلك بفصل أحد طرفي المجموعة على الأقل.



الشكل يظهر لوحة توصيل محرك ثلاثي الطور

التحقق من مكان الانقطاع بتغذية تيار مستمر أو متناوب ٢٢٠ف

ب ـ كشف القصر:

ينتج القصر عن تخرش أو جرح العازل بين اللفات أو بين ملف وآخر مما يسبب مرور التيار في الطريق الأقصر فيؤدي إلى إختصار في عدد من اللفات أو الملفات فتضعف المغناطيسية.

وترتفع شدة التيار بسبب إنخفاض المقاومة الأومية والتحريضية للملفات وينتهي الأمر باحتراق المحرك. كما أن وجود قصر في ملف أو مجموعة داخل المحرك يجعلها كأنها ملفات ثانوية مقصورة في محول يتولد فيها تيار تحريضي عالي الشدة فيؤدي إلى إحتراق عازلها وتأثر بالملفات المجاورة وتتلفها أيضاً.

يستخدم جهاز فحص يدعى (الزوام) وهو عبارة عن ملف على دارة مغناطيسية مفتوحة يغذى بتيار متناوب ويوضع داخل العضو الثابت بحيث تتم الدارة المغناطيسية عن طريق حديد الملف المطلوب فحصه فيتولد فيه قوة محركة تحريضية كملف ثانوي لمحول. ويسبب التحريض المغناطيسي المتولد في جذب وإهتزاز نسلة المنشار القريبة من الملف وترتفع حرارة الملف إذا كان فيه قصر.

جـ ـ الكشف عن الملفات أو المجموعات المعكوسة:

قد يحدث هذا الخطأ عند الفني المبتدىء فيتم تنزيل أو توصيل ملف أو مجموعة أو أكثر بشكل معاكس ويتسبب ذلك في ضعف عزم ودوران المحرك وارتفاع حرارته وزيادة شدة تياره وقد لايقلع أبداً وهذا يتناسب مع مكان وجود الانعكاس وأهميته ويمكن كشف المعكوسات بطريقة البوصلة كما يلي:

١ ـ الملفات المعكوسة:

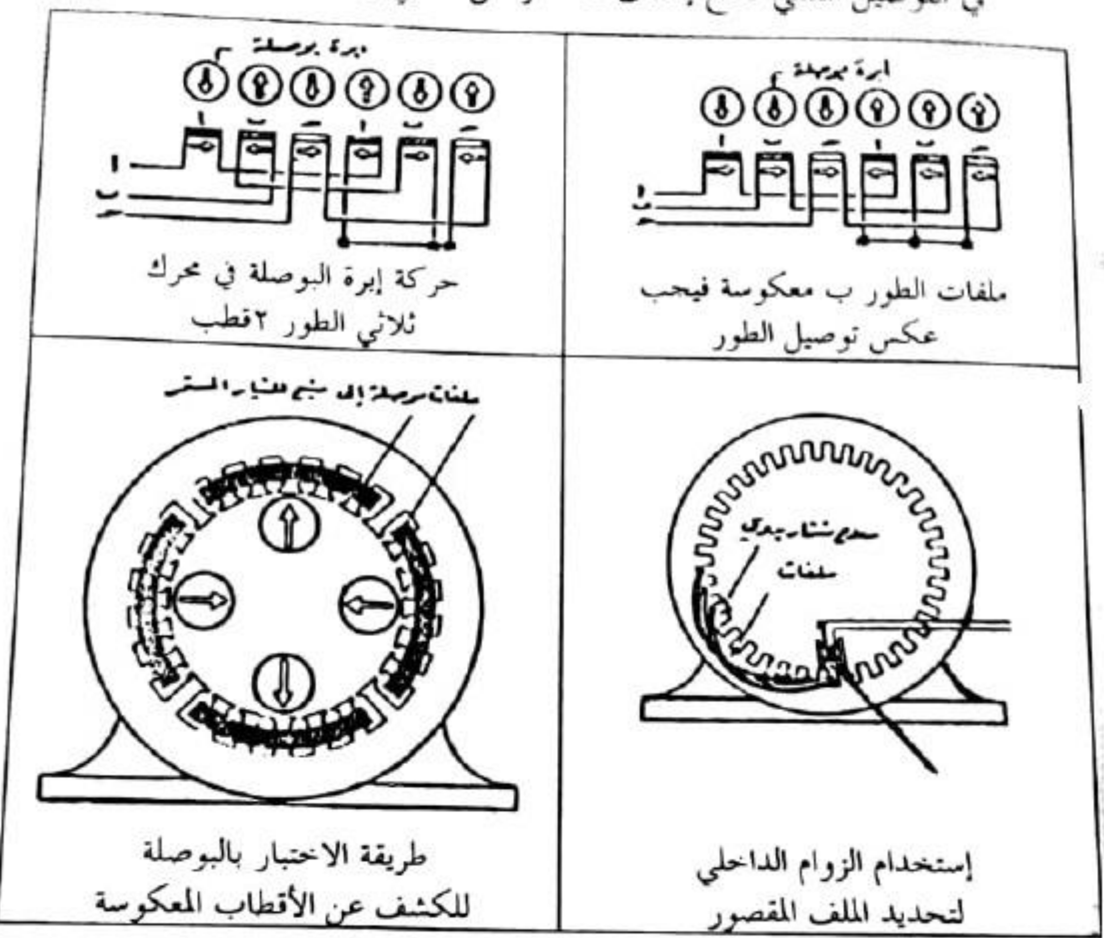
تغذى ملفات الطور بتيار مستمر منخفض الجهد وتمرر بوصلة قرب الملف ونجد أن اتجاه الإبرة ينعكس عند الملف المعكوس.

٢ ـ المجموعات المعكوسة:

في التوصيل النجمي تغذى نقطة النجم عن طريق مصباح اختبار بتيار مستمر مناسب وتقرب بوصلة على مجموعات هذا الطور ثم تبدل إلى الطور الثاني ثم الثالث ونجد أن مجموعات أحد الأطوار تنحرف فيه الإبرة باتجاه معاكس

للطورين الآخرين وهذا يدل على صحة توصيل مجموعات الأطوار. أما إذا كان الإتجاه نفسه في الأطوار الثلاثة فيدل ذلك على وجود مجموعة طور معكوسة.

في التوصيل المثلثي نفتح إحدى نقاط وصل المثلثي ونجري نفس الاختبار.



٣ ـ الأطوار المعكوسة:

عند توصيل ملفات أحد أطوار المحرك الثلاثي باتجاه معاكس أي وضع النهاية بدل البداية على لوحة الوصل فإن المحرك لا يقلع ويؤدي إلى تلف الملفات إذا لم يقطع عنه التيار مباشرة.

ويكشف هذا الخطأ كما في طريقة المجموعات المعكوسة حيث يغذى كل طور بتيار مستمر منخفض التوتر وبشكل متتابع. وتتابع مغناطيسية المجموعات في كل قطب ويجب أن تكون مغناطيسية أحد الأطوار مخالفة للطورين الآخرين ويبدو ذلك في اتجاه انحراف الإبرة.

طرق وصل أسلاك اللف:

حين توصيل الملفات أو المجموعات مع بعضها البعض أو عند انقطاع في أحد الملفات فإن عملية الوصل يجب أن تحقق ما يلي:

١ - المتانة الميكانيكية ضد التفكك أو الانقطاع أو التخلخل مما قد يؤدي لتولد شرارات عند مرور التيار فيها.

٢ - التلامس الكهربائي الجيد بحيث لا يبقى أي عازل أو ورنيش في الوصلة مما يضعف ناقليتها وتمريرها للتيار.

٣ - أن لا تكون الوصلة قصيرة أو طويلة فالقصيرة تعرضها للشد والإنقطاع لاحقاً، والطويلة تبرز صعوبة في حصر الزيادة دون فائدة.

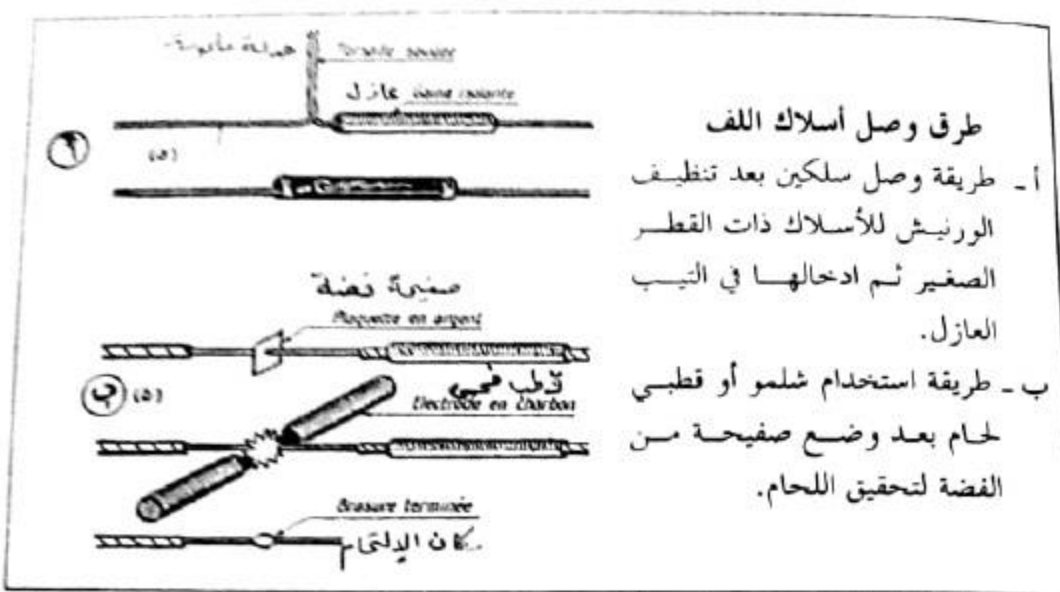
ويفضل إزالة الورنيش بعد تحديد مكان الوصلة بواسطة مشرط أو سكين وبشكل لا يجرح نحاس السلك ويضعفه ويؤدي لقطعه سريعاً، ويمكن استخدام مصدر حراري مناسب لحرق العازل الورنيش ثم إزالته بعد تفحمه.

كما يستخدم ورق السنبادج بليونة لإزالة الورنيش. وفي شركات التصنيع توجد أجهزة كهربائية تزلط السلك كهربائياً وبسرعة.

قبل عملية الوصل يجب إدخال قطعة عازل (تيب معكرونة) بطول (٤ – ٦سم) وبقطر مناسب ثم إجراء الوصلة وذلك بجدل السلكين على بعضهما بما لايقل عن (٨ جدلات). بحيث تكون مشدودة ومتراصة بإحكام.

أ - إذا كانت الأسلاك بقطر ومقطع صغير لا يتجاوز (١,٥ مم^{٢}) تزلط نهاية السلكين بالمشرط أو ورق سنبادج ثم يجدلان لمسافة (١,٥ - ٢سم) بعد إدخال تيب العازل بطول (٤ - ٥ سم) ثم تلحم الوصلة بالقصدير بواسطة كاوي كهربائي عادي أو تحريضي ثم تزلق قطعة التيب إلى الوصلة لتغطيتها.

ب - للأسلاك ذات المقطع (١,٥ - ٣ مم^{٢}) يلحم الطرفان وجهاً إلى وجه ويمكن لتسهيل اللحام وضع قطعة صفيحة من لحام الفضة بين الطرفين سماكة (٠,٤مم) كما في الشكل ونضع قليلاً من مسحوق اللحام (بوراكس) ثم نجعل قوس اللحام يخترق نقطة الوصل وذلك بوضع الوصلة بين قطبي الملحمة التي هي عبارة عن محول يعطي توتر (١٢ - ٢٤ ف) وشدة تيار (٨ - A١٥).



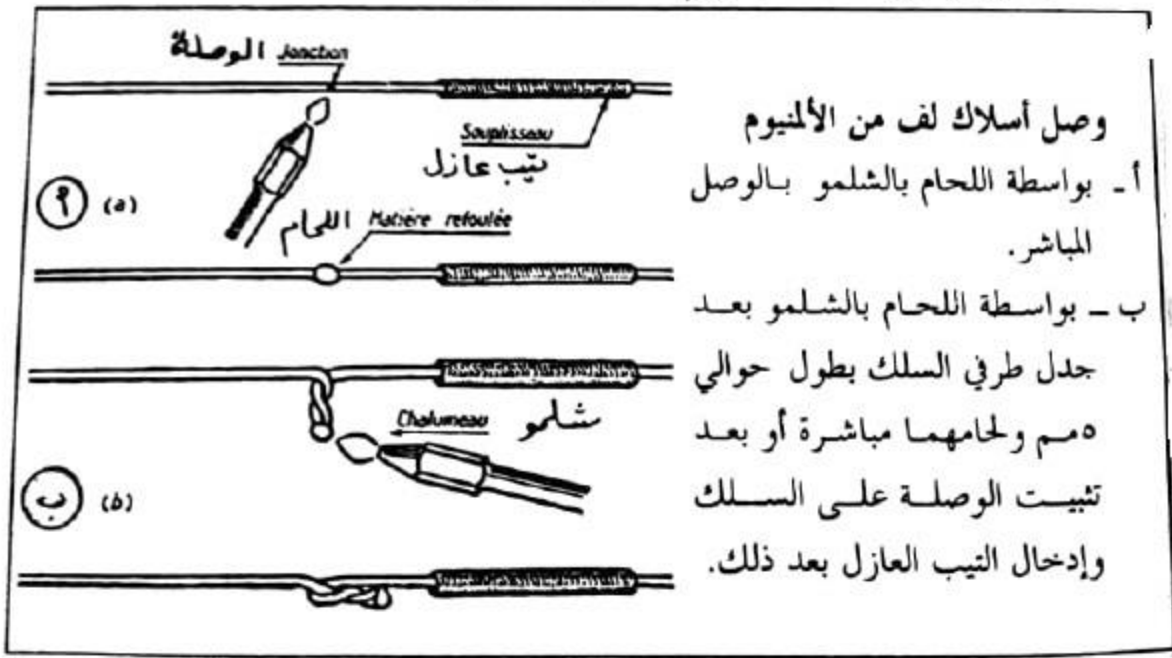
طرق وصل أسلاك اللف

أ ـ طريقة وصل سلكين بعد تنظيف الورنيش للأسلاك ذات القطر الصغير ثم ادخالها في التيب العازل.

ب ـ طريقة استخدام شلمو أو قطبي لحام بعد وضع صفيحة من الفضة لتحقيق اللحام.

جـ ـ في أسلاك اللف ذات المقطع أكبر من (٣ مم^2) توضع قطعة من النحاس أو الليتون المبيض ملفوفة بشكل أنبوب ويبيض طرفي الوصلة ثم ندخل قطعة التيب العازل وبعدها ندخل طرفي السلكين داخل الأنبوب النحاسي وتلحم بالكاوي في مكانها فيتم الوصل الجيد والقوي ثم يزلق عازل التيب لتغطية الوصلة.

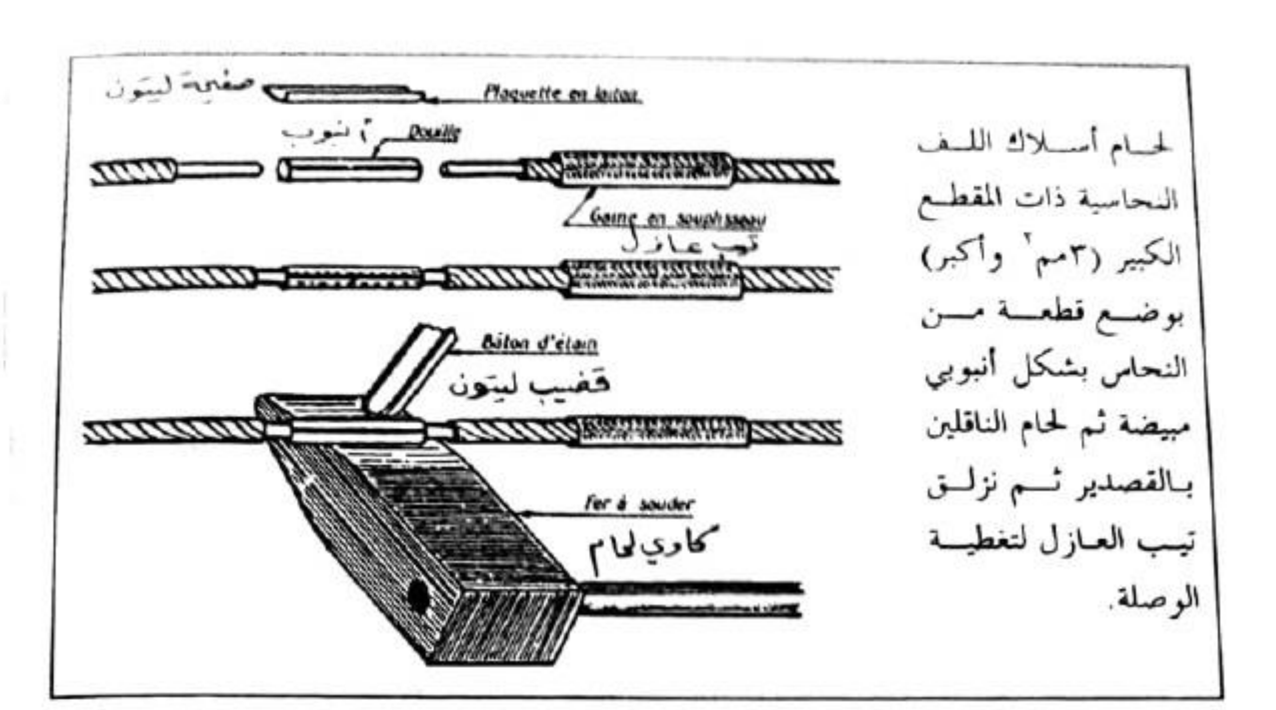
د ـ استخدام الشلمو في لحام الوصلات بعد جدل السلكين أو وضعهما وجهاً لوجه. وفي الحالتين يجب استخدام شلمو صغير جداً، وهذه الطريقة تستخدم خاصة في وصل أسلاك الألمنيوم كما في الشكل.



وصل أسلاك لف من الألمنيوم

أ ـ بواسطة اللحام بالشلمو بالوصل المباشر.

ب ـ بواسطة اللحام بالشلمو بعد جدل طرفي السلك بطول حوالي ٥مم ولحامهما مباشرة أو بعد تثبيت الوصلة على السلك وإدخال التيب العازل بعد ذلك.



لحام أسلاك اللف النحاسية ذات المقطع الكبير (٣مم٢ وأكبر) بوضع قطعة من النحاس بشكل أنبوبي مبيضة ثم لحام الناقلين بالقصدير ثم نزلق تيب العازل لتغطية الوصلة.

❁ ❁ ❁

الفصل السادس

المحركات المتعددة السرعات

إن بعض الآلات الصناعيـة أو المنزلية قد يتطلب عملها تعدد سرعتها أو إمكانية التحكم في سـرعتها، ومن ذلك بعض آلات النجارة أو الخراطة وآلات اللف، وفي مكنة الخياطة والمراوح يمكن التحكم بسرعة محركها، وفي الغسالات الأتوماتيكية لابد من دوران المحرك بسرعة منخفضة عند الغسيل وسرعة عالية عند التنشيف فله إذن سرعتان، ويمكن تحقيق تعدد السرعات بالطرق التالية:

١ ـ الطريقة الميكانيكية:

أ ـ عن طريق علبة سرعة ذات مسننات مختلفة في عدد الأسنان بحيث يمكن تعشيق المسنن المناسب للحصول على السرعة المطلوبة. وهذا يشبه علبة السرعة في السيارات وتستخدم هذه الطريقة في آلات الخراطة وبعض اللفافات.

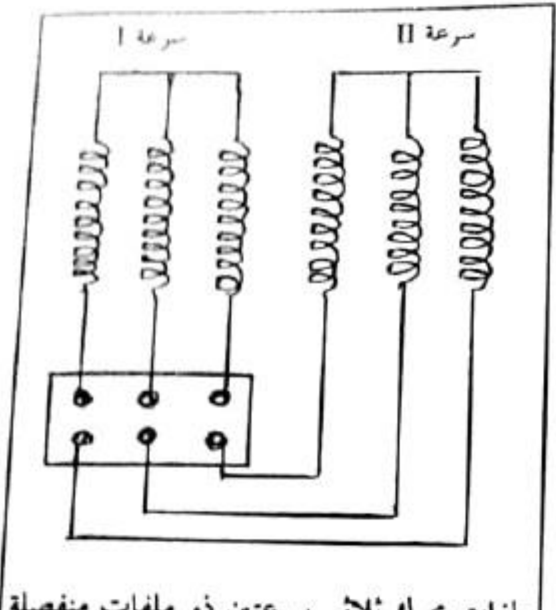
ب ـ طريقة الربط بالسيور بحيث تكون بكرة المحرك ذات قطر أصغر أو أكبر من قطر بكرة الآلة كما في المثاقب الكهربائية وغيرها حيث تكون البكرة متعددة الأقطار. ويكفي تبديل مكان السير (القشاط) لتغيير السرعة.

٢ ـ الطريقة الكهربائية: ولها عدة طرق تختلف حسب نوع المحرك وهي:

أ ـ طريقة تعدد اللف (الملفات المنفصلة):

فالمحرك ينفذ لفه لفاً كاملاً على سرعة معينة ثم يلف أيضاً فوق الملفات الأولى بعد عزلها في المجاري بسرعة أخرى كأنه محرك آخر. وتدعى (طريقة الملفات المنفصلة) فيمكن تشغيل المحرك بسرعته المنخفضة أو العالية. وقد يكون له ثلاث سرعات، وهذا المحرك قد يكون محركاً ثلاثياً أو أحادياً. ولتقليل عدد الخطوط في لوحة التوصيل يوصل المحرك الثلاثي ذو السرعتين من الداخل وحسب

المطلوب بالتوصيل النجمي أو المثلثي فلوحة الوصل تحتوي على ثلاثة أطراف للسرعة الأولى وثلاثة أطراف أخرى للسرعة الثانية. كما في الشكل ويغذي فقط الطرف المناسب للسرعة المطلوبة. وفي المحرك الأحادي المتعدد السرعات الملفوف بهذه الطريقة يمكن ان تحتوي لوحة توصيله على خمسة خطوط فقط كما في بعض محركات الغسالات الأتوماتيكية.



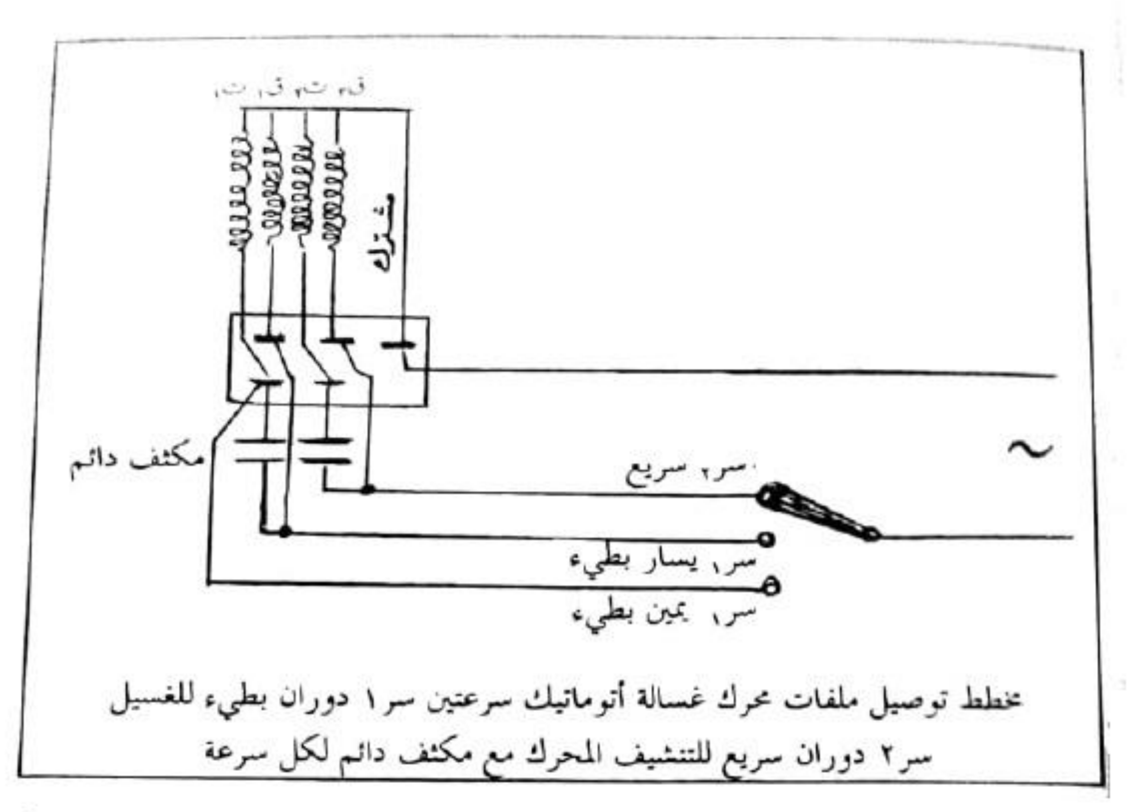
ملفات محرك ثلاثي سرعتين ذو ملفات منفصلة التوصيلY في السرعتين داخل المحرك.

وهذا النوع من المحركات يكون كبير الحجم صغير الاستطاعة. ويمكن أن يتعطل أو يتلف جزء من ملفات إحدى السرعتين فيعمل بشكل صحيح على السرعة الأخرى فقط. وغالباً ما يتطلب إعادة لف جميع ملفات السرعتين ولو تلف أو احترق جزء منها فقط.

توصيل محرك غسالة أتوماتيك (سرعتين)

يتكون المحرك من ملفات خاصة لكل سرعة فالسرعة المنخفضة عدد أقطابها كبير (١٢ - ١٦ قطب) وتستخدم في عملية الغسيل حيث يقوم المحرك بتدوير الوعاء الاسطواني المثقب - داخل حوض الماء - الذي يحتوي على الملابس المطلوب غسلها ويقوم صمام الماء بالفتح لإدخال كمية الماء المناسبة ويعمل مسخن كهربائي على تسخين الماء للدرجة المطلوبة. وتدخل مواد الغسيل كمسحوق الغسيل والتبييض والتعطير الموضوعة في درج خاص مع الماء المسخن.

إن عملية الغسيل تتم بدوران المحرك ببطء لزمن قصير نحو اليمين ثم توقف قليل ثم يدور نحو اليسار. وينظم وينسق ترتيب هذه العمليات جزء هام ميكانيكي كهربائي أو الكتروني يدعى المبرمج وهو قابل لاختيار البرمجة حسب نوع وكمية ودرجة اتساخ الغسيل وغير ذلك وفي المرحلة الأخيرة يعمل المحرك بسرعة ٢قطب (٢٨٠٠ د/د) فيعمل على تنشيف الغسيل وتعمل مضخة سحب الماء لطرد الماء خارج الغسالة.

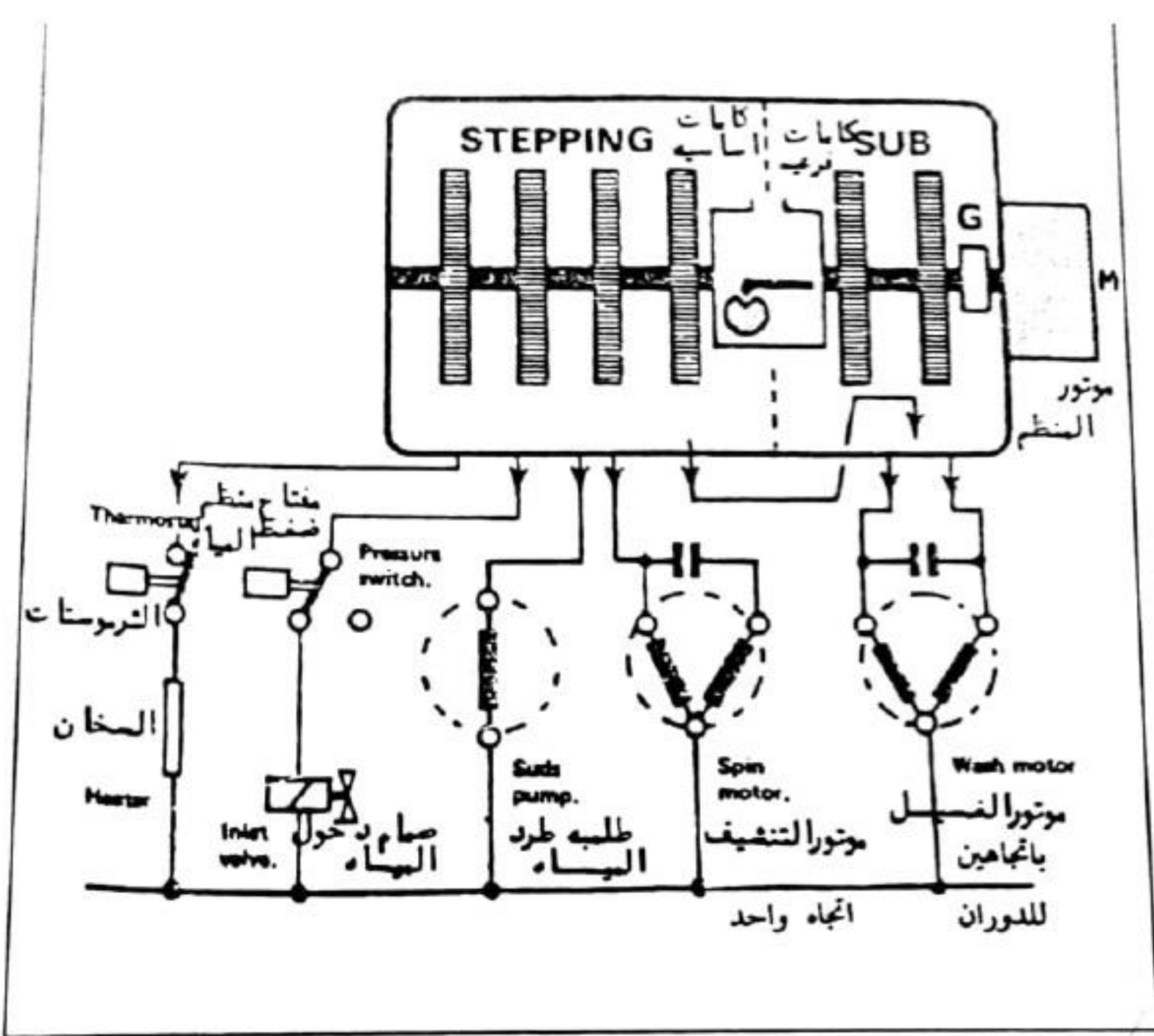


مخطط توصيل ملفات محرك غسالة أتوماتيك سرعتين سر١ دوران بطيء للغسيل
سر٢ دوران سريع للتنشيف المحرك مع مكثف دائم لكل سرعة

ملاحظة ١: غالباً ما تكون ملفات التشغيل والإقلاع للسرعة المنخفضة متماثلة تماماً وذلك ليمكن عكس دوران المحرك بتبديل تغذية طرف ملفات الإقلاع أو التشغيل مع المكثف كما في المخطط وفي السرعة العالية المستخدمة للتنشيف لا يتطلب إلا اتجاه واحد للدوران.

وسنبين مخطط بعض الأنواع في فصل المخططات.

ملاحظة ٢: بعض محركات الغسالات الأتوماتيكية ينفذ لفها على السرعة البطيئة كأنه محرك ثلاثي الطور، ويوصل بطريقة توصيل المحرك الثلاثي على تيار أحادي، أي مع مكثف دائم وغالباً ما يكون توصيله الداخلي بشكل نجمي، وتتم عملية عكس الدوران بتبديل تغذية نقطة واحدة عن طريق المبرمج حسب الزمن المعين وهو غالباً ٥٠ ثانية يمين ١٠ ثانية توقف ٥٠ ثانية يسار وهكذا..



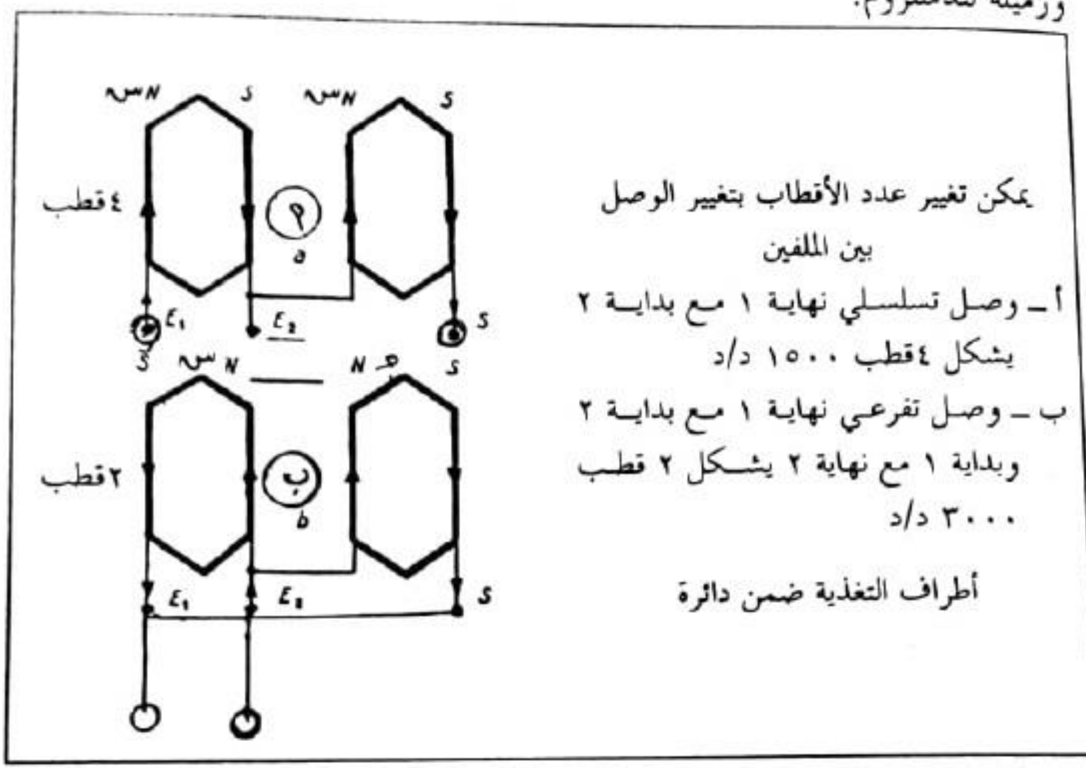
مخطط طريقة عمل المبرمج لتشغيل المحرك ذو السرعتين (غسيل - تنشيف) وبقية الأجهزة في غسالة أتوماتيك

ب - طريقة الملفات المشتركة (طريقة دلهندر ولندستروم):

درسنا سابقاً أن سرعة المحرك تتعلق بتردد الشبكة (الهرتـز) وبعـدد أقطابـه. وبهذه الطريقة نغير سرعة المحرك بتغيير عدد أقطابـه. ويكفـي لذلـك تغيير وصـل ملفات الثابت في لوحة التوصيل ليكون عدد الأقطاب كاملاً أو خفضه إلى النصـف فتتضاعف سرعة المحرك.

ويتم تغيير وصل مجموعات كل طور من تسلسل إلى تفرع أو بالعكس كمـا في الشكل حيث يخفض عدد الأقطاب من (٤ قطب إلى ٢ قطـب) ولتحقيـق ذلـك لابد من إخراج طـرف منتصـف مجموعـات كـل طـور فيكـون عـدد الأطـراف في

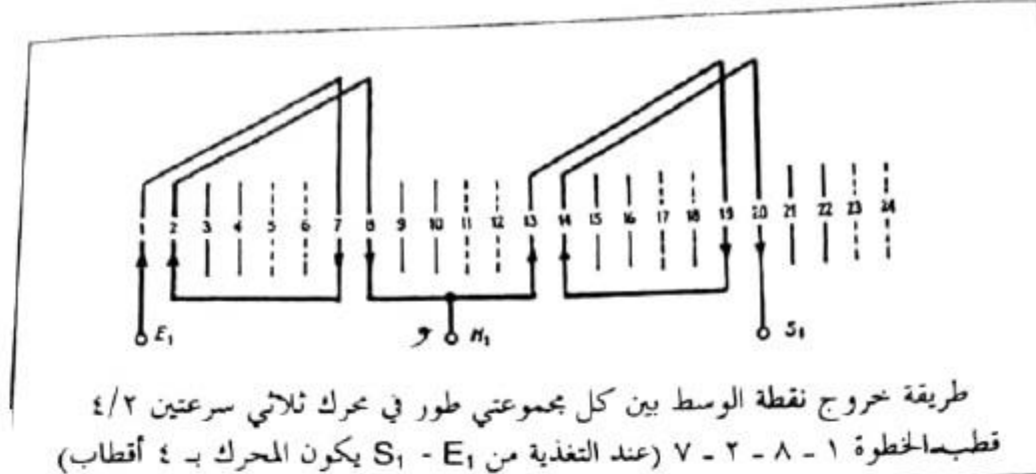
اللوحة تسعة أطراف ويخفض هذا العدد إلى ستة أطراف. وتوصل المجموعات غالباً بشكل نجمي من الداخل. وتدعى هذه الطريقة باسم مصممها الألماني دلهندر وزميله لندستروم.



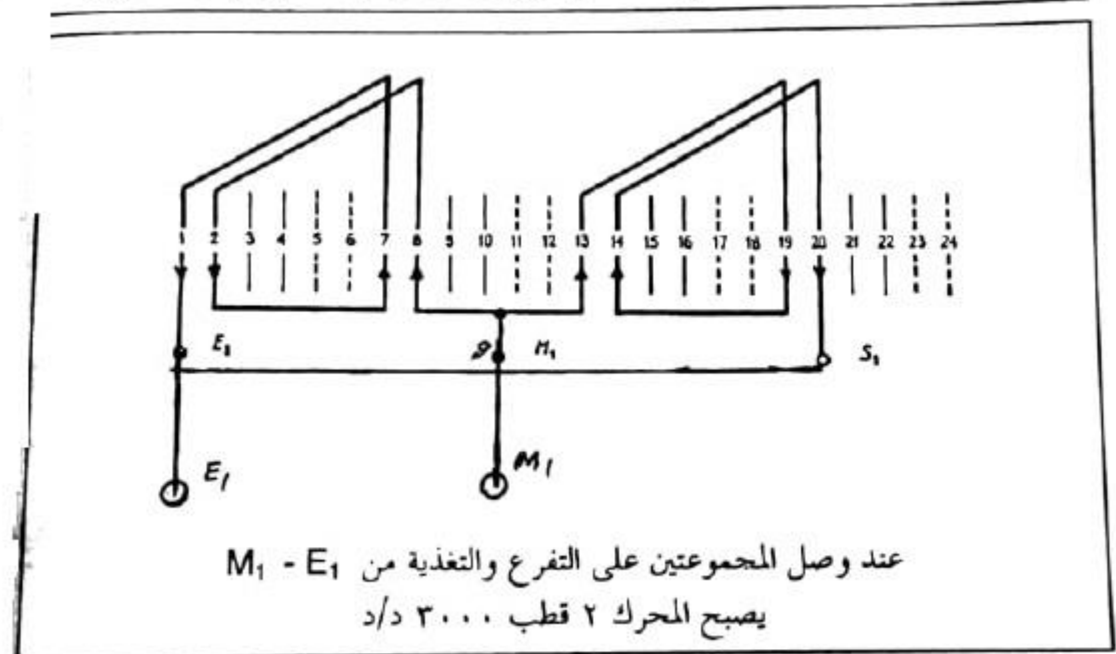
توصيل محرك سرعتين حسب طريقة (دلهندر ولندستروم):

إن إحدى سرعتي المحرك تساوي نصف أو ضعف السرعة الأخرى أي ٢قطب/٤ قطب أو ٤ قطب/٨ قطب أو ٦ قطب/١٢ قطب.

وطريقة اللف تتغير بحيث تكون الخطوة القطبية وتنزيل المجموعات على السرعة المنخفضة أي عدد الأقطاب الكبير فيكون في هذه السرعة دورانه طبيعياً. أما عند تغيير توصيله ليتضاعف عدد الأقطاب فيضعف عزم إقلاعه بسبب تقصير الخطوة القطبية، ويفضل لف هذا المحرك بطريقة ضلعين في المجرى لتحسين إقلاعه كما في الشكل.



طريقة خروج نقطة الوسط بين كل مجموعتي طور في محرك ثلاثي سرعتين ٢/٤ قطب-الخطوة ١ - ٨ - ٢ - ٧ (عند التغذية من E_1 - S_1 يكون المحرك بـ ٤ أقطاب)



عند وصل المجموعتين على التفرع والتغذية من E_1 - M_1
يصبح المحرك ٢ قطب ٣٠٠٠ د/د

العزم والاستطاعة في محركات السرعتين:

يمكن لمحرك السرعتين أن يوصل بإحدى الطريقتين التاليتين:

١ ـ طريقة الاستطاعة الثابتة.

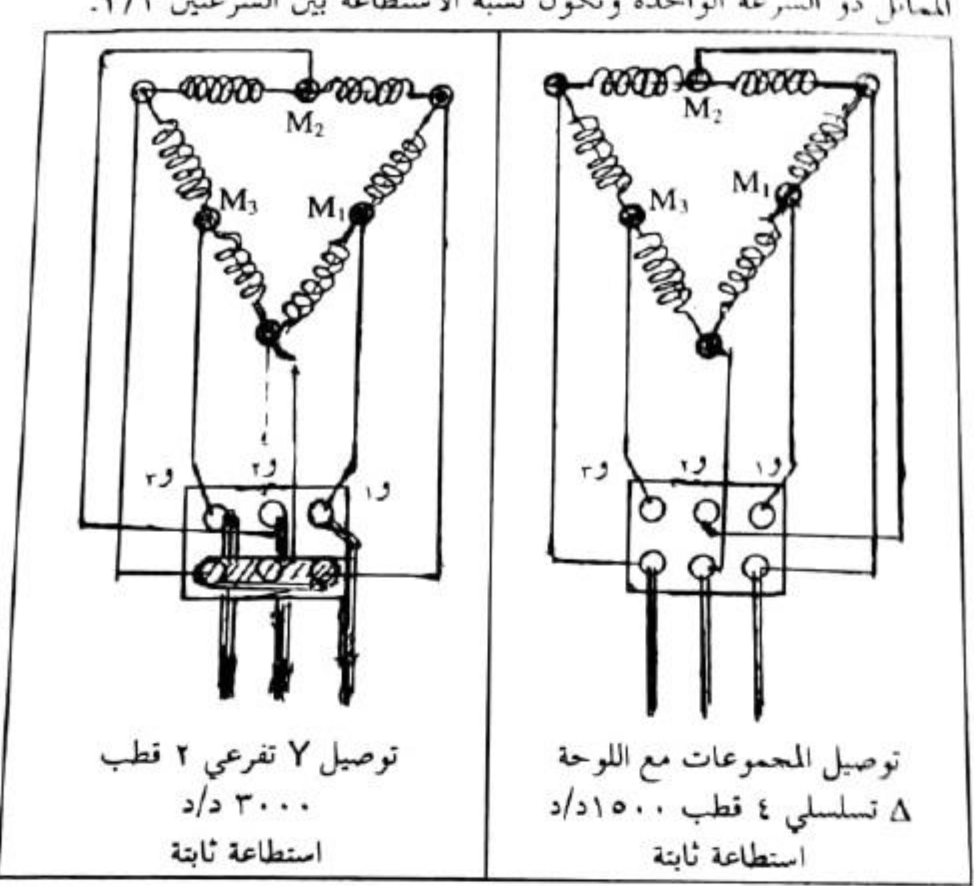
٢ ـ طريقة العزم الثابت.

وتستخدم غالباً طريقة الاستطاعة الثابتة.

١ ـ التوصيل بطريقة الاستطاعة الثابتة:

أ ـ السرعة المنخفضة: يكون عدد الأقطاب كبيراً ويتم الوصل بشكل مثلثي تسلسلي أي لكل طور بمجموعتين تسلسليتين على الأقل.

ب ـ **السرعة العالية**: يكون عدد الأقطاب صغيراً وتقصر خطوة اللف إلى النصف ويتم الوصل بشكل نجمي تفرعي. أي كل مجموعتي طور توصلان على التفرع. وفي محرك ٢/٤ قطب ذو التوصيل باستطاعة ثابتة ودارة مغناطيسية عادية تكون استطاعة المحرك أقل بمقدار ٤٥٪ عن المحرك المماثل ذو السرعة الواحدة وتكون نسبة الاستطاعة بين السرعتين ٢/٣.



توصيل Y تفرعي ٢ قطب
٣٠٠٠ د/د
استطاعة ثابتة

توصيل المجموعات مع اللوحة
Δ تسلسلي ٤ قطب ١٥٠٠د/د
استطاعة ثابتة

وصل الأطراف مع اللوحة:

تحتوي لوحة المحرك ذو السرعتين ستة أطراف كالمحرك الثلاثي العادي ثلاثة أطراف منها لنقاط الوسط M_1 - M_2 - M_3 والتوصيل الداخلي للاستطاعة الثابتة بشكل مثلثي. وتوصل نقاط رؤوس المثلث إلى الأطراف الثلاثة الأخرى كما في الشكل.

ـ **للسرعة المنخفضة**: الوصل مثلثي تسلسلي وتغذية المحرك تتم من نقاط رؤوس المثلث E_1 - E_2 - E_3 وتبقى أطراف الوسط M_1 - M_2 - M_3 دون أي توصيل.

٢ ـ **للسرعة العالية:** الوصل نجمي تفرعي تقصر أطراف رؤوس المثلث مع بعضها البعض E_1 - E_2 - E_3 ويغذى المحرك من أطراف الوسط M_1 - M_2 - M_3.

٢ ـ التوصيل بطريقة العزم الثابت:

أ ـ **السرعة المنخفضة:** (عدد الأقطاب كبيراً) يتم الوصل بشكل نجمي تسلسلي.

ب ـ **السرعة العالية:** (عدد الأقطاب صغيراً) يتم الوصل بشكل نجمي تفرعي فيتم الوصل داخل المحرك بشكل نجمي وذلك بوصل الأطراف S_1 - S_2 - S_3 مع بعضها البعض ويبقى في اللوحة الأطراف الوسطى M_1 - M_2 - M_3 والمداخل E_1 - E_2 - E_3.

وفي هذا النوع من التوصيل (العزم الثابت) إذا كان المحرك أقطابه ٤/٨ قطب تكون نسبة الاستطاعة بينهما كما في العلاقة التالية:

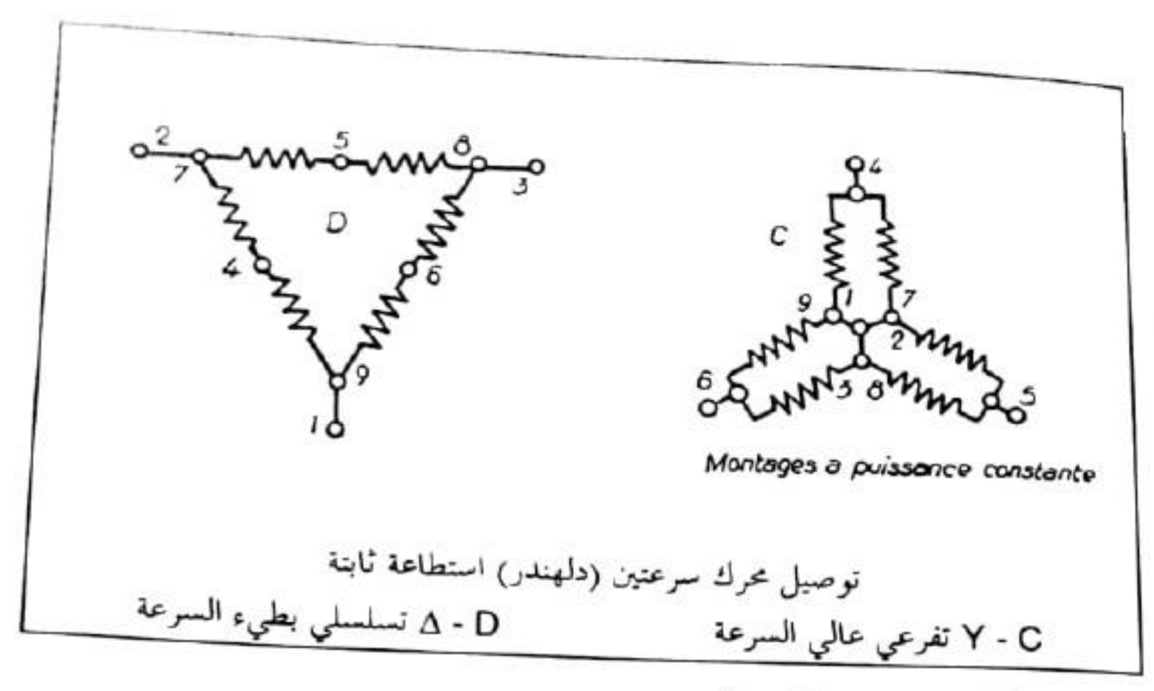
$$\text{نسبة الاستطاعة} = \left(\frac{\text{سرعة على ٤ قطب}}{\text{سرعة على ٨ قطب}}\right)^{٣} = \text{أي مقسمة على ٨}$$

توصيل محرك السرعتين طريقة (دلهندر ولندستروم)

توصيل محرك سرعتين (دلهندر) عزم ثابت

A - Y تفرعي عالي السرعة

B - Y تسلسلي بطيء السرعة



توصيل محرك سرعتين (دلهندر) استطاعة ثابتة

D - Δ تسلسلي بطيء السرعة

C - Y تفرعي عالي السرعة

وصل الأطراف مع اللوحة:

في عدد الأقطاب الكبير (نجمي تسلسلي) يكفي فقط تغذية أطراف المداخل $E_1 - E_2 - E_3$ بالتيار الثلاثي وتترك الأطراف الأخرى الوسطى $M_1 - M_2 - M_3$ حرة دون توصيل.

وفي عدد الأقطاب الصغير (نجمي تفرعي) توصل خطوط التغذية الكهربائية بالأطراف الوسطى $M_1 - M_2 - M_3$ وتقصر الأطراف $E_1 - E_2 - E_3$ مع بعضها بواسطة وصلة نحاسية لإنشاء الوصل النجمي الثاني.

المحركات ذات الثلاث سرعات:

تحتوي على نوعين من الملفات أحدهما يوصل بطريقة السرعتين (دلهندر ولندستروم) والأخرى ملفات عادية لسرعة واحدة، وقد تشترك الملفات في مجاري واحدة وبينها عازل كرتوني في كل مجرى وبعض الملفات قد تبقى في مجاري مستقلة خاصة بها. ومثال على ذلك محرك (٢ ـ ٤ ـ ٦ قطب) السرعة ٢/٤ بطريقة دلهندر وسرعة ٦ قطب بملفات منفصلة.

إن طريقة الإنتقال من سرعة إلى أخرى قد يكون بواسطة مفتاح تبديل يدوي أو عن طريق دارة تحكم بكنتكنورات. فلكل سرعة كباسة تشغيل خاصة. والمفتاح اليدوي يحتوي على ثلاث وضعيات وهي (إيقاف O ـ بطيء I ـ سريع II).

وإذا كان المحرك يستخدم طويلاً لسرعة واحدة فيتم وصل أطراف هذه السرعة مباشرة وبشكل دائم، ولا نغير التوصيل إلى السرعة الثانية إلا عند الضرورة ومن لوحة التوصيل مباشرة.

أما التحكم بسرعة المراوح فيتم بطريقة وصل المحرك بالتسلسل مع ملفات على دارة مغناطيسية لتخفيف شدة التيار وسيتم شرح الطريقة في الفقرة التالية.

طريقة التحكم بسرعة المراوح:

إن محرك المروحة من النوع ذو القفص السنجابي. فهو يحتوي ملفات تشغيل وملفات إقلاع ومكثف دائم. وليس فيه مفتاح طرد أو غير ذلك. وبما أن المروحة ذات استطاعة صغيرة فيمكن أن تتحكم بسرعتها بخفض التوتر الواصل إليها أو شدة تيارها عن طريق توصيل ملفات خارجية أو داخلية مع محرك المروحة. فهذه الملفات توصل على التسلسل مع المحرك فتعمل كمقاومة تحريضية تضعف من التوتر والتيار الواصل إلى المحرك وبالتالي تضعف المغناطيسية وسرعة الدوران. ويمكن تحقيق خفض التوتر باستخدام مقاومة أومية على التسلسل مع المحرك ولكن بهذه الطريقة تتحول كل الاستطاعة الضائعة إلى حرارة مما لايكون مناسباً من الناحية العملية. وأما في ملفات تحديد السرعة فتتحول نسبة كبيرة من الاستطاعة إلى تحريض مغناطيسي ويبقى الضياع الحراري قليلاً نسبياً وملفات التحكم بسرعة المروحة لها عدة نقاط ليمكن بذلك اختيار السرعة المناسبة.

وللمراوح ثلاثة أنواع رئيسية:

١ ـ مراوح السقف.

٢ ـ مراوح أرضية (طاولة أو بعامود) قابلة للتوجه حتى (١٢٠م°).

٣ ـ مراوح أرضية مربعة ثابتة الاتجاه وذات ريش موجهة للهواء تدور ببطء في واجهة المروحة.

مراوح السقف:

إن محرك مروحة السقف له عدد أقطاب (٨ ـ ١٦ قطب) وذلك لتدور المروحة بسرعة منخفضة نظراً لطول أجنحتها، فكلما كانت الأجنحة أطول يجب أن تكون سرعتها أخفض.

وتتألف ملفات المحرك من ملفات تشغيل وملفات إقلاع، توصل غالباً بطريقة التعاقب أي نهاية مع بداية وذلك ليكون عدد أقطابها مساوياً لضعف عدد مجموعات التشغيل وقد يكون التوصيل تعاكسياً أي نهاية مع نهاية وبداية مع بداية وبذلك يكون عدد الأقطاب مساوياً لعدد مجموعات التشغيل.

توصل ملفات الإقلاع مع مكثف دائم مثبت فوق محرك المروحة أو في أعلى عمود التعليق ونلاحظ في محرك مروحة السقف أن العضو الثابت في داخل المحرك بينما العضو الدائر هو الذي يحيط بالعضو الثابت وبذلك تكون مجاري الثابت التي تضم الملفات متجهة إلى خارج الجسم الثابت بعكس المحركات العادية التي تكون مجاريها داخل العضو الثابت، ويخرج من المحرك ثلاثة خطوط ملونة أحدها هو الخط المشترك (C) وخط للملفات الإقلاع (S) والخط الآخر للملفات التشغيل (R) ويستدل على ذلك عن طريق مخطط ملصق على طرف المروحة أو موجود في علبتها عند الشراء. وإذا أردنا تحديد كل طرف فإن الذي مقاومته أكبر هو المتصل مع ملفات الإقلاع التي هي أقل قطراً وهو الذي يوصل مع المكثف الدائم، ويستخدم لذلك الآفومتر (مجال الأوم).

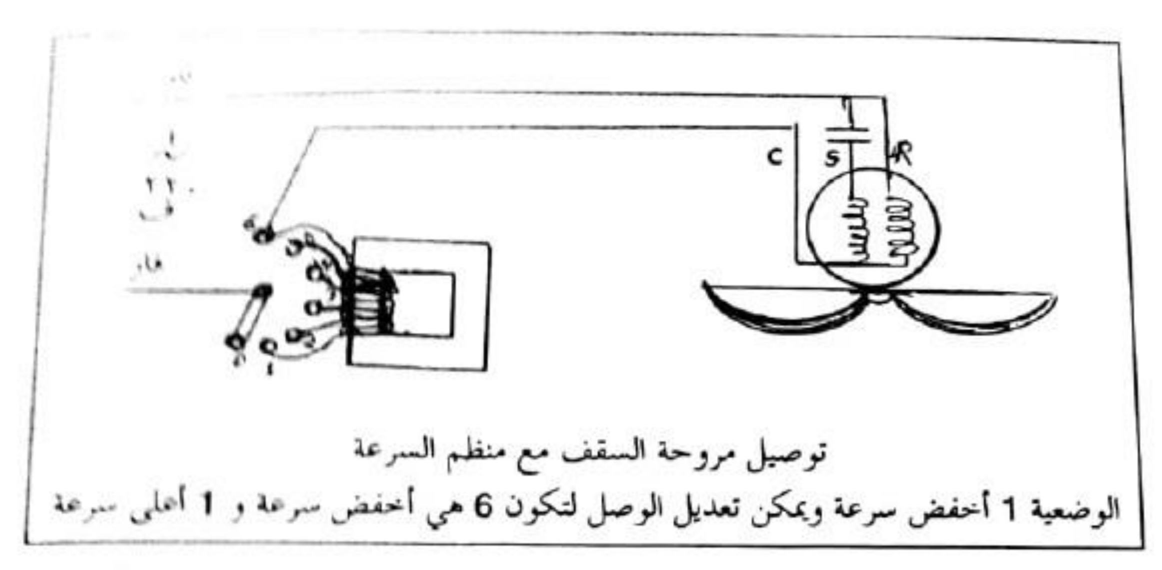
دارة التحكم بالسرعة: وتتألف من:

١ - دارة مغناطيسية عليها ملف متعدد الأطراف ذو قطر وعدد مناسب لاستطاعة وتوتر المروحة.

٢ - مفتاح تبديل دوار له عدة وضعيات (٥ - ٧ وضعيات) مع وضعية إيقاف (OFF).

٣ - علبة معدنية أو بلاستيكية لها فتحات تهوية تثبت على الحائط.

توصل المروحة على التسلسل مع منظم السرعة ويفضل وصل خط الفاز إلى المنظم والحيادي إلى المروحة مباشرة، وتقوم الملفات في منظم السرعة بخفض الجهد التيار الواصل إلى محرك المروحة. عند تشغيل المروحة يمكن أن تكون الوضعية الأولى (1) في أعلى سرعة أو في أخفض سرعة. وذلك بتبديل الخط الواصل من المروحة إلى منظم السرعة من (6) إلى النقطة (1) .



توصيل مروحة السقف مع منظم السرعة

الوضعية 1 أخفض سرعة ويمكن تعديل الوصل لتكون 6 هي أخفض سرعة و 1 أعلى سرعة

تتعرض ملفات منظم السرعة للتلف وخاصة إذا شغلت على السرعة البطيئة لزمن طويل مع نقص التهوية، أو عند حدوث قصر أو احتراق في ملفات محرك المروحة. وهي قابلة للف ويفضل استبدالها بمنظم جديد إذا توفر بسعر مناسب في الأنواع الرخيصة من المراوح.

٢ ـ المراوح الأرضية (طاولة أو عمود):

وهي ذات محرك من النوع ذو القفص السنجابي يحتوي غالباً على (٤ملفات) تشغيل و (٤ ملفات) إقلاع، وملفات للتحكم بالسرعة، توصل ملفات الإقلاع مع مكثف دائم يثبت في مكان ظاهر أو داخلي. وللمراوح الحديثة ثلاث كباسات للسرعة المنخفضة والمتوسطة والسريعة. وكباسة خاصة للإيقاف (O) وقد يوجد كباسة أخرى لإضاءة مصباح المروحة.

وللمروحة غالباً مؤقت زمني ميكانيكي يعمل على مبدأ حركة الساعات القديمة ومدته (٦٠ دقيقة أو ١٢٠ دقيقة).

أما توجيه التهوية فله مفتاح خاص لتغيير زاوية التوجيه (٠ ـــ ٤٠ ـــ ٨٠ ـــ ١٢٠°)، وهو مرتبط مع حركة المروحة بشكل ميكانيكي محكم.

ملفات المراوح الأرضية:

إن محرك المروحة مصمم بحيث يشكل (٤ قطب) حوالي (١٥٠٠د/د) عند أعلى سرعة. وتتألف الملفات من:

١ ـ ملفات تشغيل عددها (٤ ملفات) توصل بطريقة التعاكس أي نهاية مع نهاية وبداية مع بداية كما في محرك الغسالة وتنزل في المجاري قبل ملفات الإقلاع.

٢ ـ ملفات الإقلاع (البدء) وبينها وبين ملفات التشغيل (٩٠ْم) كهربائية وتوصل بطريقة التعاكس أيضاً وتنزل بعد ملفات التشغيل وعددها (٤ ملفات).

٣ ـ مجموعة الملفات الإضافية الأولى وعددها (٤ ملفات) مساعدة تسلسلية.

٤ ـ مجموعة الملفات الإضافية الثانية وعددها (٤ ملفات) مساعدة تسلسلية.

وقد يستخدم ملفان مساعدان لكل مرحلة وهما متقابلان يعملان كخافض للتوتر والتيار فيستخدم إثنان فقط في حال السرعة المتوسطة و (٤ ملفات) في حال السرعة المنخفضة. وقد يكون توصيل الملفات المساعدة بحيث تعاكس مغنطيسيتها مغناطيسية ملفات التشغيل والإقلاع وذلك للاستفادة أكثر في خفض السرعة وجميعها توصل على التسلسل مع المحرك.

وفي كل الحالات يجب عند إعادة لف المحرك التدقيق في أخذ المعلومات الدقيقة والكاملة والتقيد بالتوصيل الأصلي لإعادته كما كان.

المروحة الأرضية المربعة:

إن محركها يشبه محرك المروحة الأرضية العادية (طاولة أو عمود) ولها ثلاث سرعات عن طريق ملفات مساعدة داخل المحرك. أما حركة الريش الموجهة للهواء فتتم غالباً عن طريق محرك إضافي صغير له مسنن يدير حامل الريش التي لها اتجاهات مختلفة، فتعمل على تغيير اتجاه التهوية، وقد تعكس قطعة الريش دوراتها بشكل ميكانيكي إذا تعرضت لمقاومة الدوران. ويعمل المؤقت الزمني على إيقاف المروحة بعد الزمن المحدد.

ملاحظة: راجع مخططات بعض المراوح في الفصل الأخير.

❁ ❁ ❁

الفصل السابع

آلات التيار المستمر

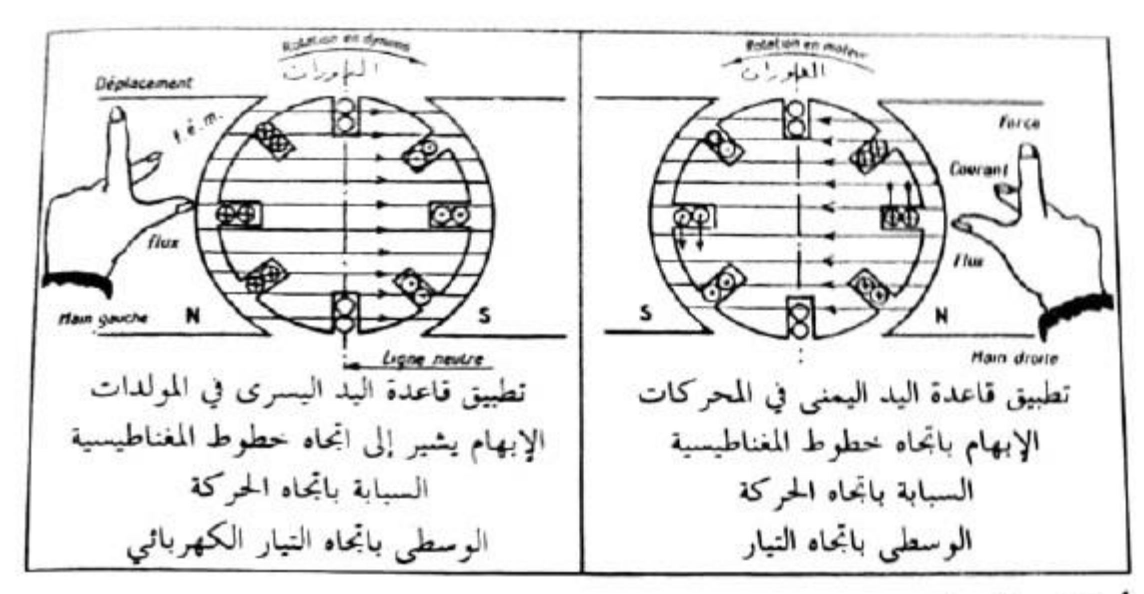
تشمل آلات التيار المستمر كل من المولدات ومحركات التيار المستمر (DC) وهي قابلة لأن تكون مولداً أو محركاً، فإذا دورنا محور الآلة تكون وظيفتها توليد التيار المستمر وأما إذا غذيت بالتيار المستمر فإن المحور يدور فتصبح الآلة محركاً، وعند تصميم الآلة تخصص للعمل الذي ستؤديه ليكون مردودها وعملها وأداؤها في أفضل حال كمحرك أو كمولد فقط.

مبدأ عمل المولد:

يعتمد مبدأ توليد التيار الكهربائي التحريضي على حركة ناقل أو ملف داخل حقل مغناطيسي. إن عناصر توليد التيار هي: تحريض مغناطيسي ــ ناقل أو ملف ـ حركة. فالمولد يتكون من أقطاب مغناطيسية ــ من مغناطيسي دائم أو كهربائي ـ يدور داخل مجالها العضو الدائر المكون من ملفات فيتولد فيها القوة المحركة الكهربائية. ونحصل على التيار المتولد من مسفرتين أو أكثر تلامسان المجمع الذي تلحم به أطراف الملفات المتوضعة في مجاري العضو الدائر.

إن التيار يكون أعظمياً عندما يجتاز التحريض المغناطيسي سطح الملف بشكل عمودي وتلتقط المسفرات التيار الأعظمي بحيث تكون مسفرة للقطب الموجب وأخرى للقطب السالب.

يتحدد اتجاه التيار المتولد بتطبيق قاعدة اليد اليسرى. حيث نضع الأصابع بشكل متعامد: السبابة مع الإبهام ومع الأصابع الثلاث، فنوجه الإبهام باتجاه التحريض المغناطيسي (وهو يتجه من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي خارج المغناطيس وبالعكس داخله). ونوجه السبابة باتجاه حركة الناقل، فيكون اتجاه التيار باتجاه الأصابع ـ الثلاث الأخرى.



تطبيق قاعدة اليد اليمنى في المحركات
الإبهام باتجاه خطوط المغناطيسية
السبابة باتجاه الحركة
الوسطى باتجاه التيار

تطبيق قاعدة اليد اليسرى في المولدات
الإبهام يشير إلى اتجاه خطوط المغناطيسية
السبابة باتجاه الحركة
الوسطى باتجاه التيار الكهربائي

أجزاء المولد:

١ ـ العضو الثابت ويدعى **المحرض** ويتكون من:

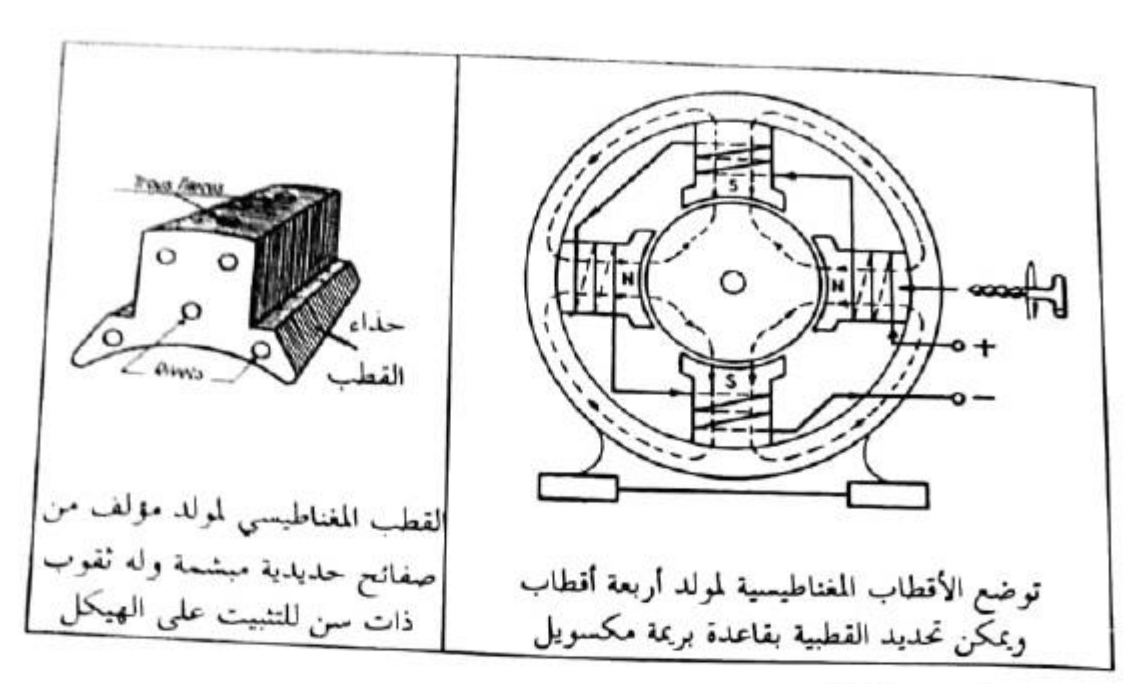
أ ـ الهيكل الاسطواني:

وهو من الفولاذ ويشكل دارة مغناطيسية مغلقة يحتوي داخله على الأقطاب المغناطيسية، والعضو الدائر، وعادة ما يكون الهيكل الفولاذي محتوياً (٢,٠ ـ ٢٪ فحم) وقد يكون من أنواع الفونت وخاصة في بعض المولدات والمنويات الكبيرة الاستطاعة وتكون نسبة الفحم (الكربون) من (٢ ـ ٥٪).

ب ـ الأقطاب المغناطيسية:

تثبت الأقطاب المغناطيسية داخل الهيكل بواسطة براغي ويكون عددها زوجي دائماً ومعدنها إما من نفس فولاذ الهيكل أو من صفائح رقيقة من الحديد السيليسي مبشمة مع بعضها البعض، ويمكن ضبط بعد هذه الأقطاب عن العضو الدائر وذلك للتحكم بمقدار التحريض المغناطيسي المتفق مع تيار التحريض (التهييج)، والمسافة التي يمكن ضبطها بين أجزاء المليمتر وعدة مليمترات فقط.

وللأقطاب عادة أطراف تزيد في السطح المقابل للعضو الدائر لزيادة السيالة المغناطيسية المتدفقة، وهو يعادل ثلثي الخطوة القطبية فهي تساوي (١٨٠°) في مولدات القطبين و (٩٠°) لمولدات ذات الأربعة أقطاب وتدعى حذاء القطب. إن الأقطاب المكونة من صفائح رقيقة من الحديد السيليسي تجعل تيارات فوكو الإعصارية الضارة أقل ما يمكن.



توضع الأقطاب المغناطيسية لمولد أربعة أقطاب ويمكن تحديد القطبية بقاعدة بريمة مكسويل

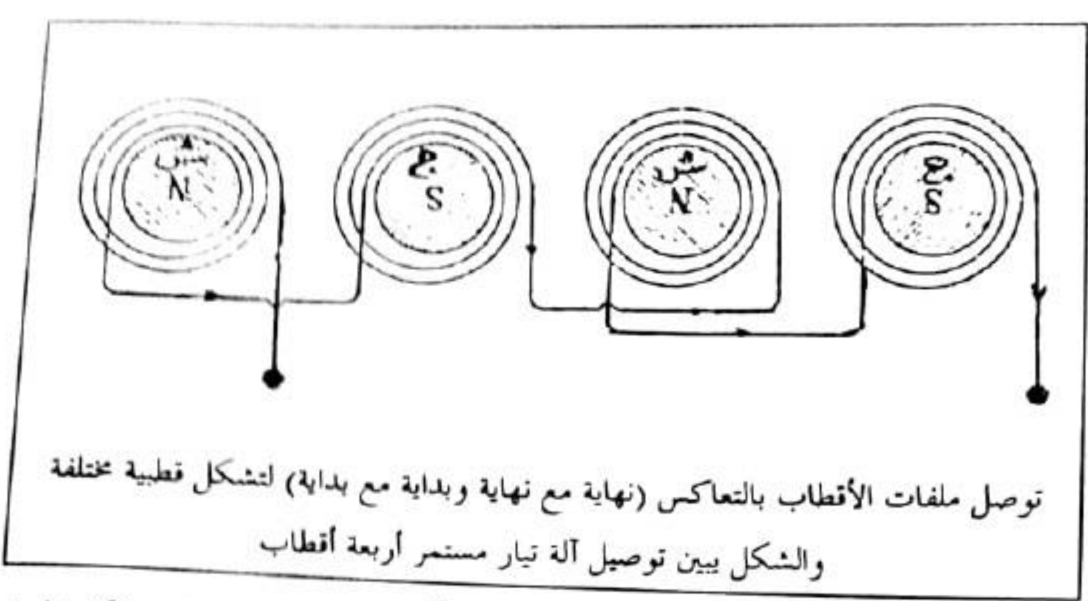
القطب المغناطيسي لمولد مؤلف من صفائح حديدية مبشمة وله ثقوب ذات سن للتثبيت على الهيكل

جـ ـ ملفات الأقطاب:

تتناسب ملفات المحرض من حيث عدد اللفات ومقطع السلك مع لفات الأمبير اللازمة لتغذية وتوليد التحريض المغناطيسي المناسب لاستطاعة وتوتر المولد وغيره. وتهيأ الملفات على قالب معدني أو خشبي مناسب في قياسه وشكله مع المكان المحدد له على كل قطب. وهو بشكل دائري أو مربع أو مستطيل وغالباً مايكون القالب مشكلاً من قطعتين متداخلتين يمكن إخراج الملف بسهولة بعد تشكيله. ويغلف الملف بعد ذلك بالورق العازل الخاص أو بالرباط القماشي (تريس). وتحسب سماكة العازل الذي سيوضع بين معدن القطب والملف.

إن أسلاك اللف قد تكون ذات مقطع دائري أو بشكل شريطي (مبسط) ومعزولة بالورنيش أو الورنيش والقطن بطبقة أو أكثر وهذا ما يقلل من التراكم الحراري. وفي حالات أخرى يكون السلك معزولاً بطبقتين من الحرير الزجاجي أو الإميانت. ولزيادة العزل بين اللفات تعزل كل طبقة بالورق المشمع. وفي الأسلاك الشريطية ذات المقطع المستطيل تعزل بشريط ورقي أو من كرتون برسبان لزيادة العازلية. ويمكن استخدام العازل الإميانتي.

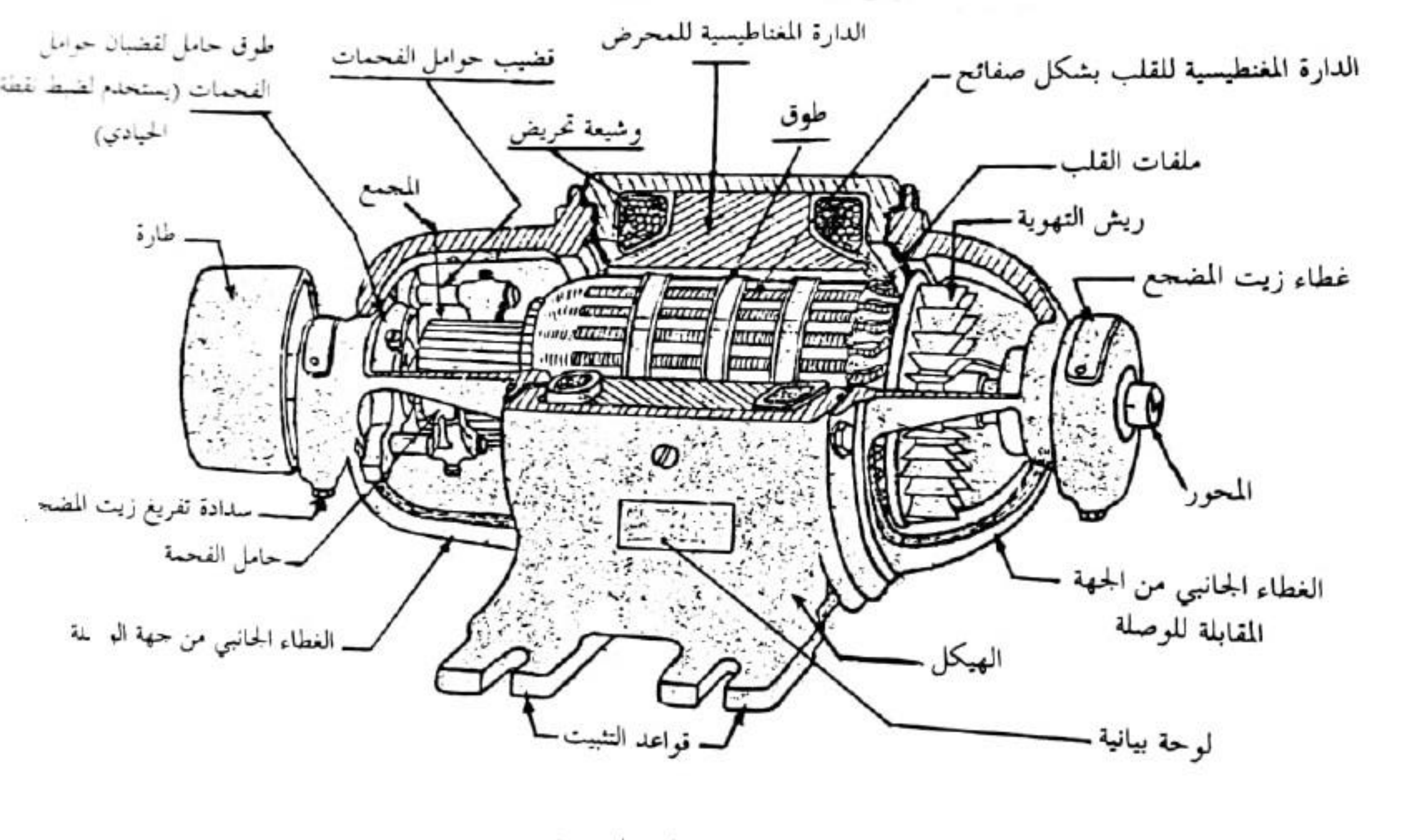
وأخيراً تغطس الملفات بالورنيش ثم تجفف في فرن مع المحافظة على شكلها المطلوب وتشكل أطراف الملف وقد تلحم مع قطع خاصة للوصل.



توصل ملفات الأقطاب بالتعاكس (نهاية مع نهاية وبداية مع بداية) لتشكل قطبية مختلفة والشكل يبين توصيل آلة تيار مستمر أربعة أقطاب

وبعد تثبيتها في مكانها توصل مع بعضها غالباً على التسلسل. ويراعى إتجاه التيار فيها بحيث يكون القطب والذي يليه متعاكسان أي شمالي جنوبي – وإذا كان نوع المولد ذو ملفات مختلطة فتوضع ملفات التسلسل أولاً ثم التفرع وتعزل عن بعضها جيداً ثم تلف مع بعضها البعض بالورق أو القماش العازل وتورنش وتجفف.

بعد وضع الملفات تفحص عازليتها مع جسم الأقطاب وتدعى (طريقة اختبار متانة العزل الكهربائي) وتجرى بواسطة وصل طرف الملف ومعدن القطب بتوتر عالي عن طريق محول صغير الاستطاعة وعلى تيار متناوب تردده (٥٠ – ٦٠ هرتز) لمدة (٦٠ ثانية) كما في الشكل ويضبط توتر المحول الثانوي عن طريق مقاومة على التسلسل مع الملفات الإبتدائية. وتوتر الاختبار يكون مساوياً (ضعف توتر القطب + ١٠٠٠ ف).ويظهر شرارة كهربائية أو بعض الدخان في المكان الضعيف العازلية. ولضمان تجنب خطر التكهرب يفضل وصل معدن القطب بالخط الأرضي.



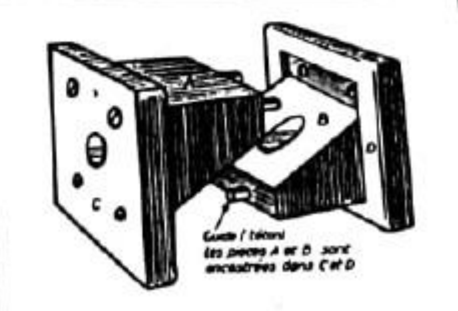
نموذج مولد تيار مستمر

د ـ الأقطاب الإضافية (المساعدة):

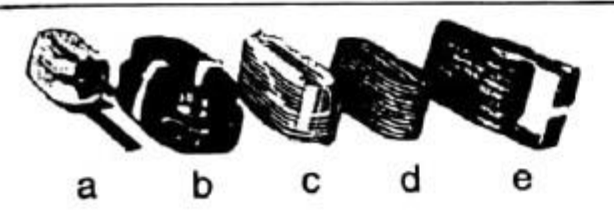
في المولدات الكبيرة الاستطاعة تثبت بين الأقطاب الرئيسية أقطاب إضافية صغيرة تغذى على التسلسل بتيار المتحرض (المنتج) وتشكل مع القطب الذي يسبقها في الدوران نفس القطبية كما في الشكل.

إن وظيفة الأقطاب الإضافية هو إلغاء أو تقليل الشرارة الكهربائية بين الفحمات والمجمع. إذ تحدث الشرارات في قطعة المجمع التي تغادر المسفرة، ويكون القوس الحادث مهماً كلما زادت استطاعة المولد أو سرعته وهو ناتج من القوة المحركة العكسية التي تتولد في الملفات التي تقصر تحت المسفرة ومن التحريض المغناطيسي العكسي في عضو الاستنتاج ـ وهذه الشرارات تتلف المجمع. ويفيد أحياناً إزاحة حامل الفحمات بعض الدرجات عن خط الحياد.

أما ملفات الأقطاب الإضافية فهي من أسلاك معزولة بالورنيش والقطن دائري أو شريطي ويلف عليها شريط ورقي عازل أو شريط قطني وتجري لها عملية الورنشة والتجفيف كما في ملفات الأقطاب الرئيسية.



قالب لف خشبي لأسلاك دائرية أو شريطية صغيرةوالثقب الداخلي لتثبيت جزأي القالب على اللفافة



ملفات الأقطاب الرئيسية والإضافية لمحرض المولد

a ـ ملف بسلك دائري معزول مع طرفين من النحاس القاسي.

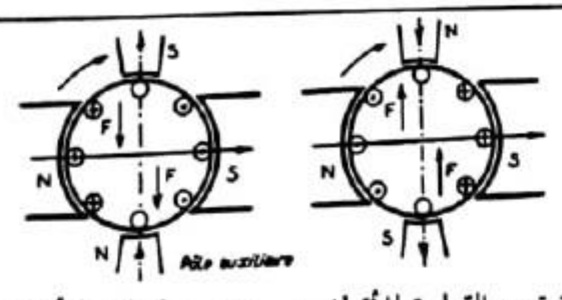
b ـ ملف ذو سلك شريطي نحاسي مغلف بالورق.

c ـ ملف قطب مساعد.

e, d ـ ملف قبل وبعد لحام الأطراف



بعض أقطاب وملفات التحريض

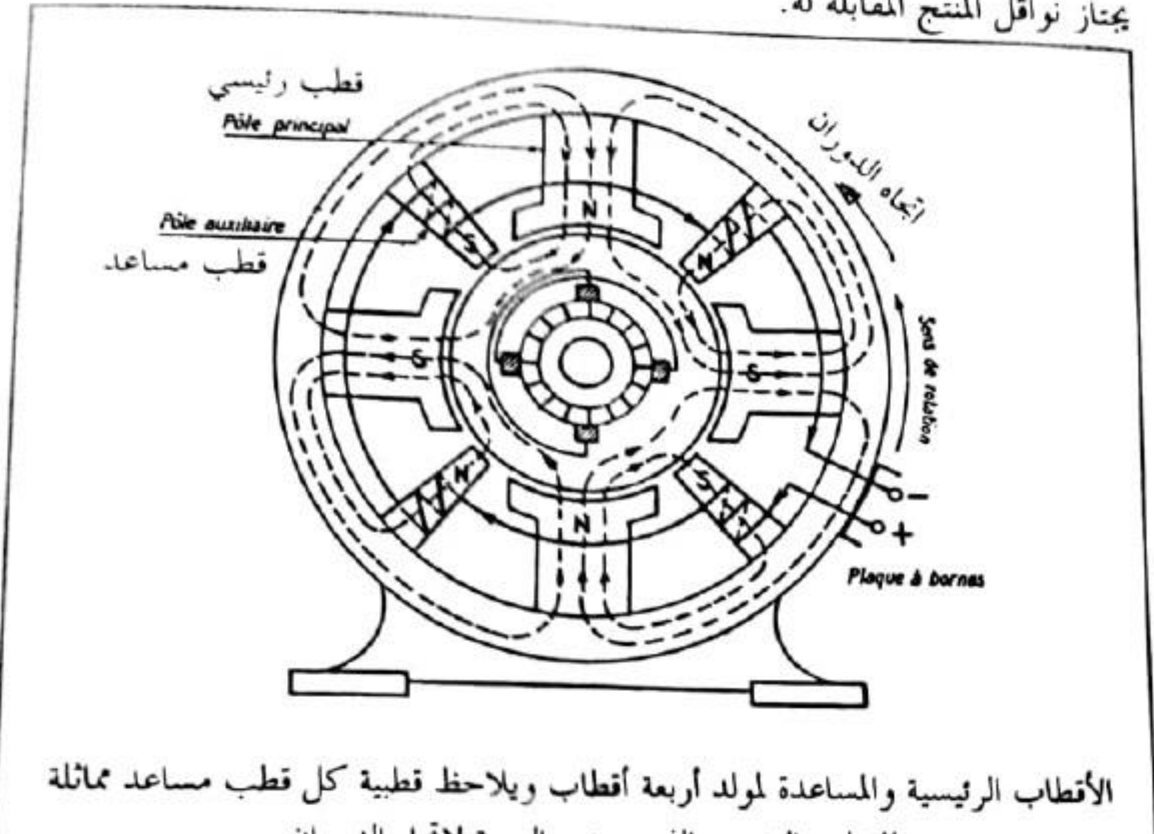


ترتيب القطبية للأقطاب الرئيسية والمساعدة في المحرك المستمر

ترتيب القطبية للأقطاب الرئيسية والمساعدة في المولد المستمر

ملفات التعويض:

عند مرور تيار في نواقل المتحرض يتشكل فيها سيالة خطوط قوتها تنغلق بواسطة الأقطاب وهذه السيالة تشوه أو تغير في السيالة التي تعطيها الأقطاب فتعمل على خفض التوتر المنتج. ويمكن إلغاء هذا الحقل المشوه بوضع نواقل ذات مقطع كبير يمر فيها تيار المنتج. ويجب أن يكون هذا التيار معاكساً للتيار الذي يجتاز نواقل المنتج المقابلة له.



الأقطاب الرئيسية والمساعدة لمولد أربعة أقطاب ويلاحظ قطبية كل قطب مساعد مماثلة للقطب الرئيسي الذي بعده بالنسبة لاتجاه الدوران.

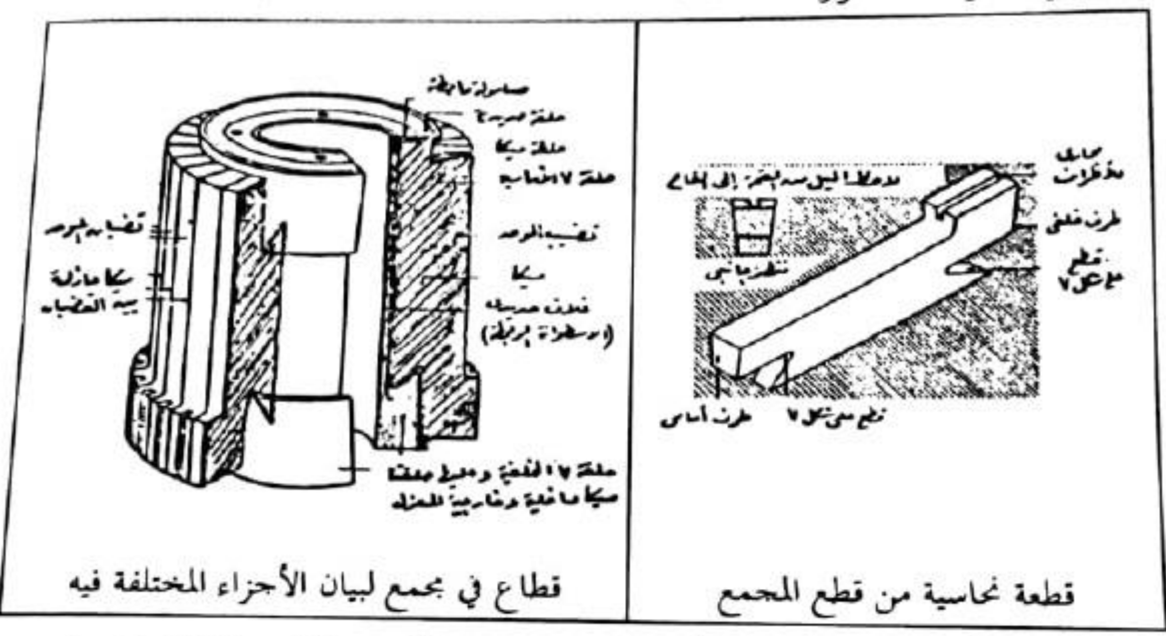
٢ ـ العضو الدائر (المتحرض)

وهو العضو المنتج المولد للتيار، ويتكون من:

أ ـ القسم الحديدي الأسطواني: وهو من صفائح الحديد السيليسي بنسبة (٢ ـ ٤٪) سيلسيوم وبسماكة (٠,٥ مم) لكل صفيحة. وذلك لتقليل المفاقيد بسبب تيارات فوكو الإعصارية وتوجد في هذا القسم المجاري التي تحتوي على الملفات وتكون المجاري بشكل مفتوح أو نصف مغلق.

تجمع الصفائح بواسطة براغي طويلة أو تجمع بالتبشيم. ولها وتد داخلي لتثبيتها جيداً باتجاه محور الدوران، وكذلك يثبت المجمع الذي تلحم به أطراف الملفات.

ب ـ المجمع: ويتألف من قطع نحاسية معزولة عن بعضها بالميكا أو مركباتها القاسية المعالجة حرارياً وتجمع مع بعضها بطريقة محكمة. وتأخذ الشكل الإسطواني وتنتهي كل قطعة مجمع بطرف مرتفع يحتوي على شق تنزل وتلحم بها أطراف الملفات. وفي المجمعات الصغيرة لاتوجد هذه الزيادة بل تلحم الأطراف في شق صغير في الطرف المجاور للملفات.



قطعة نحاسية من قطع المجمع

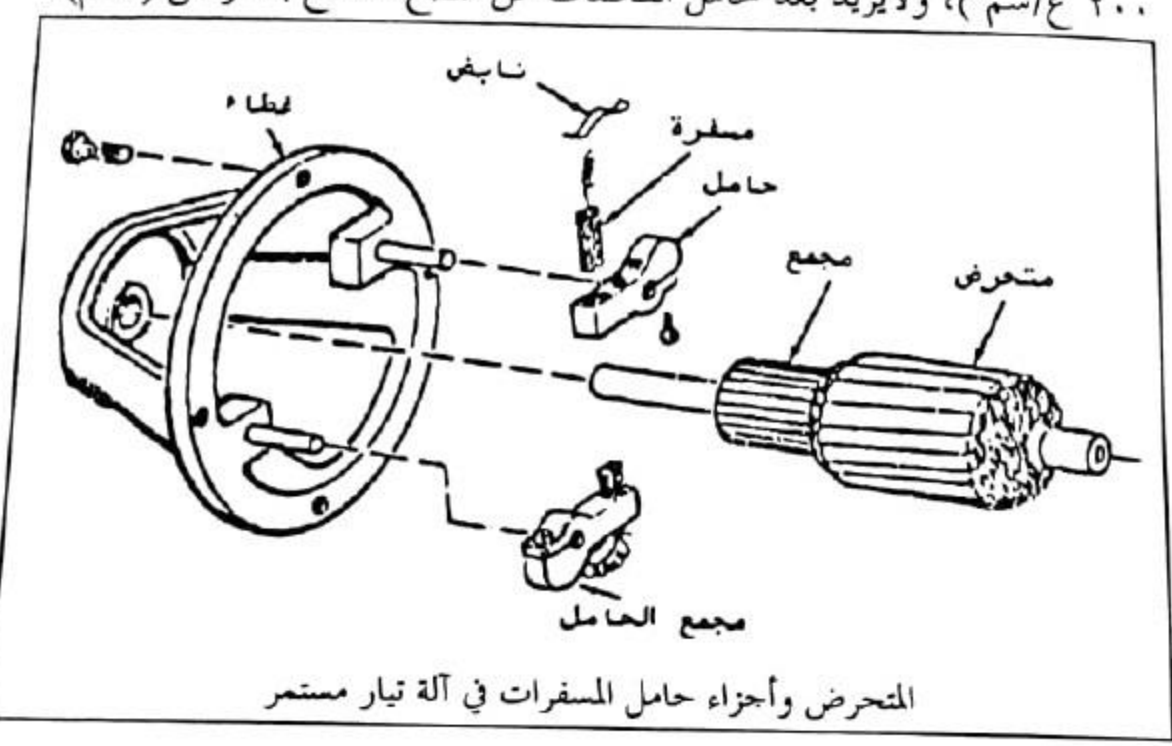
قطاع في مجمع لبيان الأجزاء المختلفة فيه

جـ ـ الفحمات: وتدعى المسفرات وهي من الفحم الخاص الناقل للتيار من قطع المجمع إلى خارج المولد، وبعض أنواع الفحمات تحتوي على ذرات معدنية لزيادة تحملها لاستخدامها في الأنواع الكبيرة الإستطاعة من المولدات أو غيرها. إن سطح الفحمات الملامس للمجمع يجب أن يتحمل مالايقل عن (١٠ أمبير لكل ١ سم^{٢}). وتغطي المسفرة كامل طول قطعة المجمع تقريباً وذلك ليكون الاهتراء والإحتكاك متساوياً. وعرض المسفرة يجب أن يغطي مسافة مرة ونصف عرض قطعة مجمع.

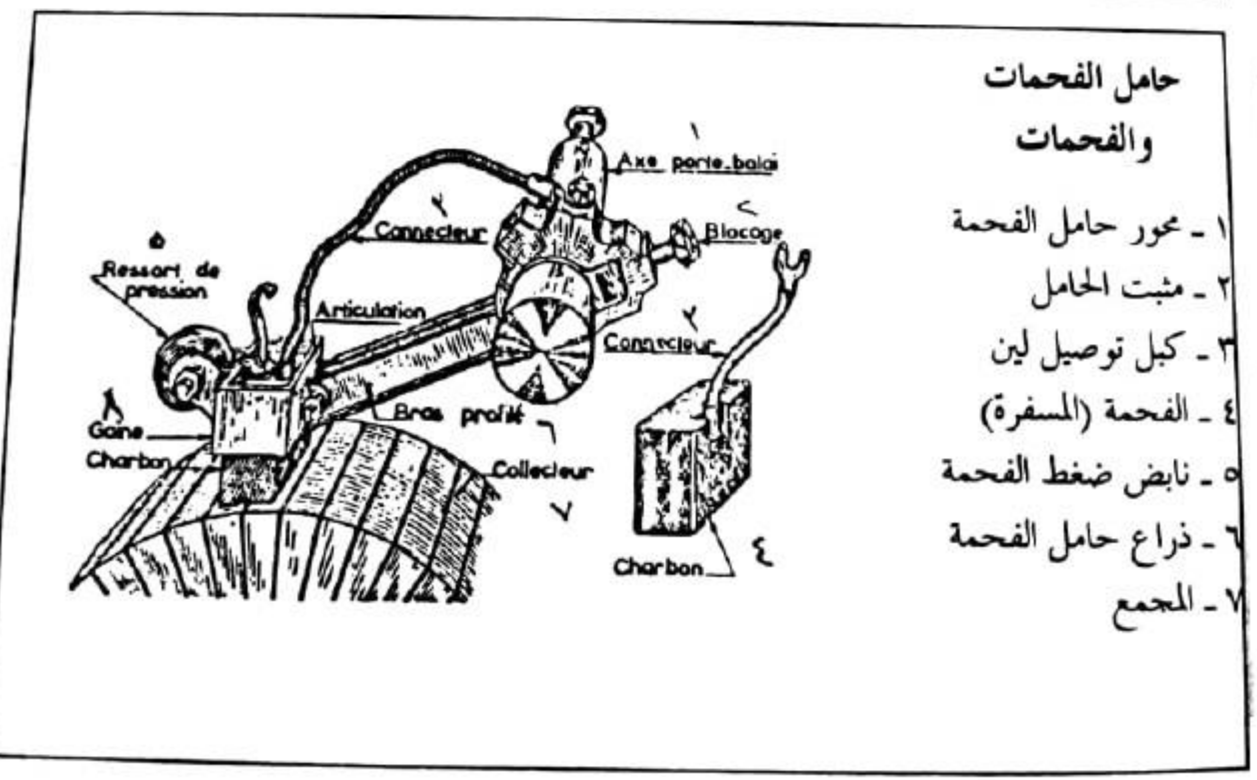
تثبت المسفرة مع كابل لين في طرفها يربط في حامل الفحمات. وقد تحتوي على نابض مناسب لتضغط على المجمع بقوة مناسبة لتحقيق التلامس الكهربائي الجيد، والسطح الملامس للمجمع له شكل منحني بشكل قوس مطابق للمجمع. وعدد الفحمات يساوي عدد أقطاب الآلة.

د ـ حامل الفحمات: يمكن أن يكون حامل الفحمات ثابتاً أو قابلاً للإنزياح باتجاه الدوران، وذلك لتحقيق أفضل نقطة لجمع التيار المتولد دون حدوث

شرارات بين الفحمات والمجمع. وهناك إمكانية لضبط بعد حامل الفحمات عن المجمع. وتحجز كل مسفرة في حيز معدني محدد قابلة للانزلاق باتجاه المجمع، وطريقة الضغط على المسفرة ومقداره يجب أن يكون محسوباً تماماً ليكون التلامس الكهربائي جيداً دون التأثير على قطع المجمع وإهترائها بسرعة وهي بحدود (١٠٠ — ٢٠٠ غ/سم٢)، ولايزيد بعد حامل الفحمات عن سطح المجمع بأكثر من (٣مم).



المتحرض وأجزاء حامل المسفرات في آلة تيار مستمر

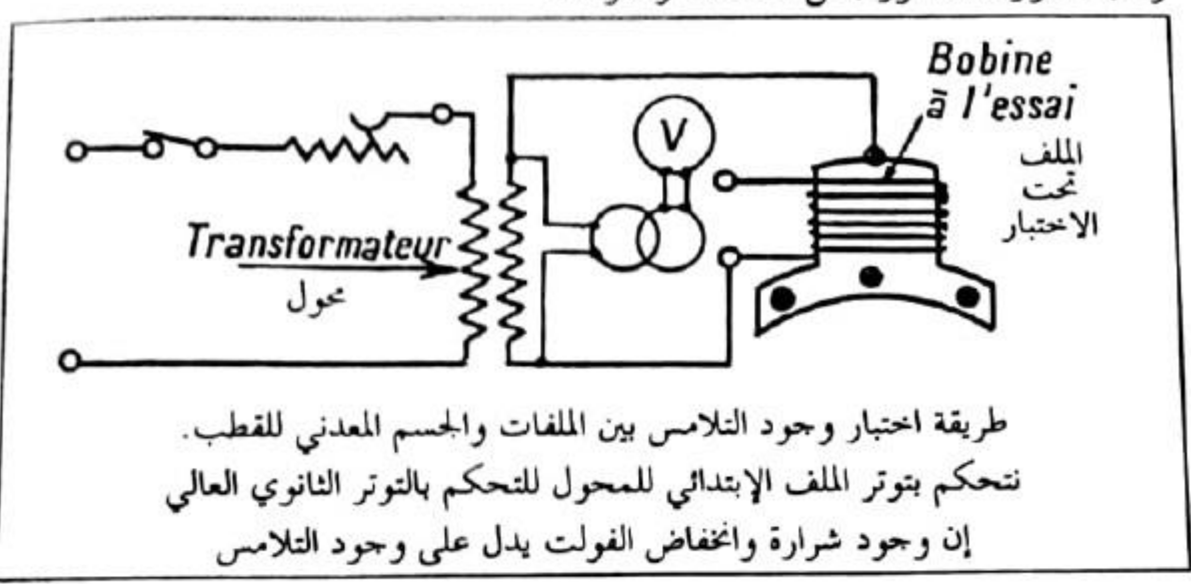


حامل الفحمات والفحمات

١ ـ محور حامل الفحمة
٢ ـ مثبت الحامل
٣ ـ كبل توصيل لين
٤ ـ الفحمة (المسفرة)
٥ ـ نابض ضغط الفحمة
٦ ـ ذراع حامل الفحمة
٧ ـ المجمع

٣ - الغطاءان الجانبيان:

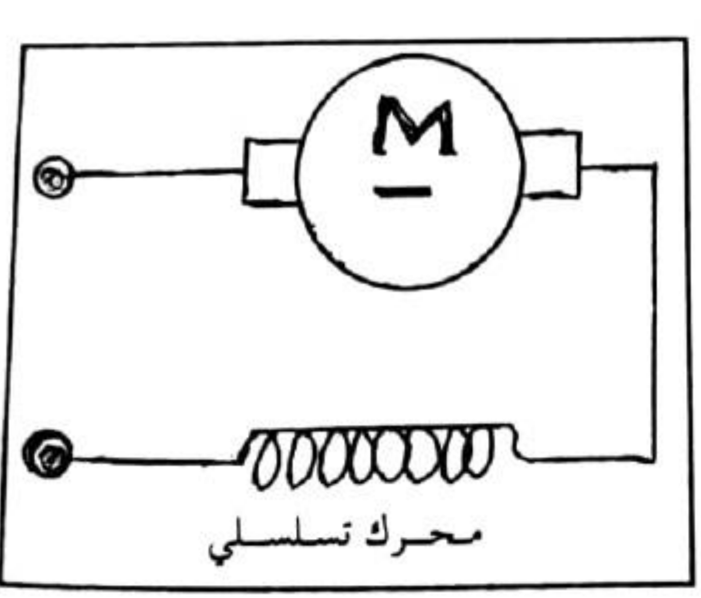
وهما من المعدن أو الفيبر وفيهما فتحات التهوية وقد يضم أحد الغطائين حامل الفحمات، ويربطان مع جسم الآلة بواسطة عدة براغي ويحمل كل غطاء كرسي المحور. وهو عبارة عن (مدحرجات) رولمان قابل للتشحيم أو باغات من المعدن القاسي الخاص وبعضها له غلاف من اللباد القماشي ليختزن الزيت ويرشحه إلى الباغات. وقد توجد رنديلة أو أكثر من الفيبر أو الصفيح الفولاذي لتحسين وضبط دوران المحور بأقل احتكاك وصوت.



طريقة اختبار وجود التلامس بين الملفات والجسم المعدني للقطب.
نتحكم بتوتر الملف الإبتدائي للمحول للتحكم بالتوتر الثانوي العالي
إن وجود شرارة وانخفاض الفولت يدل على وجود التلامس

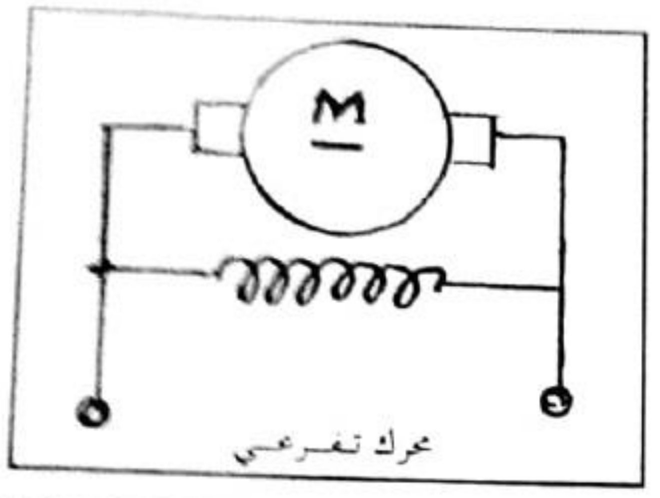
أنواع التوصيل في آلات التيار المستمر:

١ - التوصيل التسلسلي: توصل ملفات المحرض والمتحرض على التسلسل فيمر فيهما نفس شدة التيار، مما يتطلب أن تكون الأسلاك ذات مقطع كبير وعدد لفاتها قليل نسبياً. والمحرك التسلسلي يمتاز بعزم إقلاع جيد ولكن سرعته تنقص مع زيادة الحمل ويستخدم في الرافعات وعربات النقل أما استخدام التوصيل التسلسلي في المولدات فهو نادر الاستخدام لانه يناسب فقط لتغذية تيار ثابت.

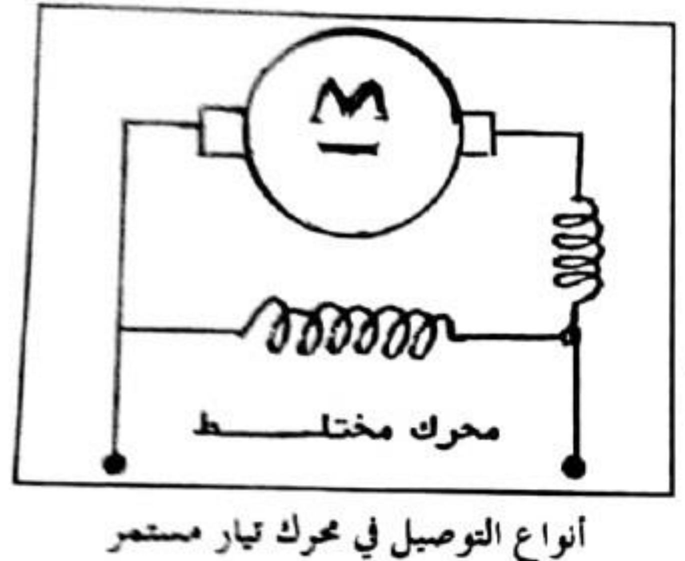


محرك تسلسلي

٢ - التوصيل التفرعي: توصل ملفات المحرض والمتحرض على التفرع (التوازي) مما يجعل التوتر فيهما متساوياً ولذلك يجب أن يكون عدد لفات المحرض كبيراً وذو مقطع صغير، وخواصه أن عزم دورانه متوسط بينما سرعته ثابتة مع الحمل تقريباً. وهذا ما يجعل استخدامه مناسباً للآلات التي تتطلب سرعة ثابتة.



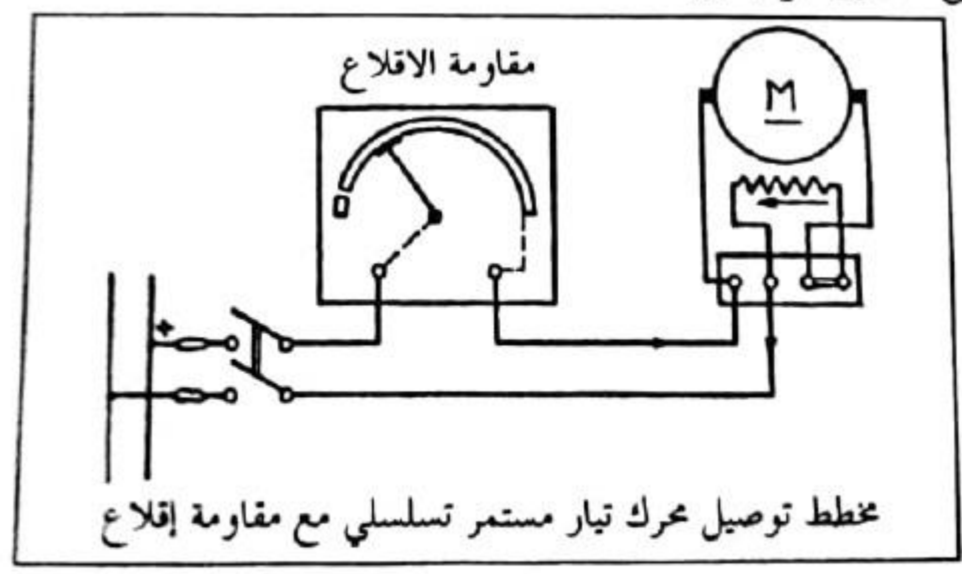
٣ - التوصيل المختلط أو المركب: يحتوي على نوعين من الملفات قسم منها يوصل على التسلسل وقسم آخر على التفرع ولذلك فهو يجمع ميزات النوعين السابقين.



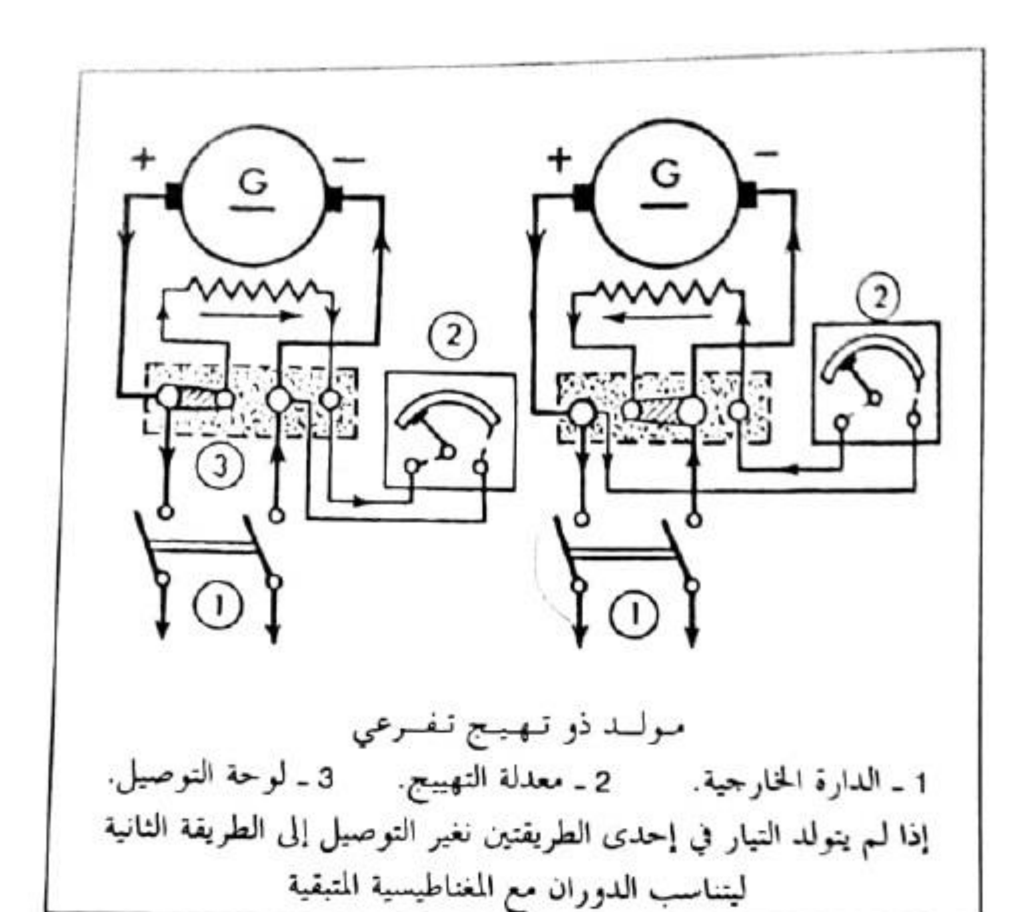
أنواع التوصيل في محرك تيار مستمر

عكس دوران محرك التيار المستمر:

يمكن عكس إتجاه الدوران إذا عكسنا توصيل المحرض مع المتحرض وهذا يتم بعكس الخطين الواصلين للفحمات.



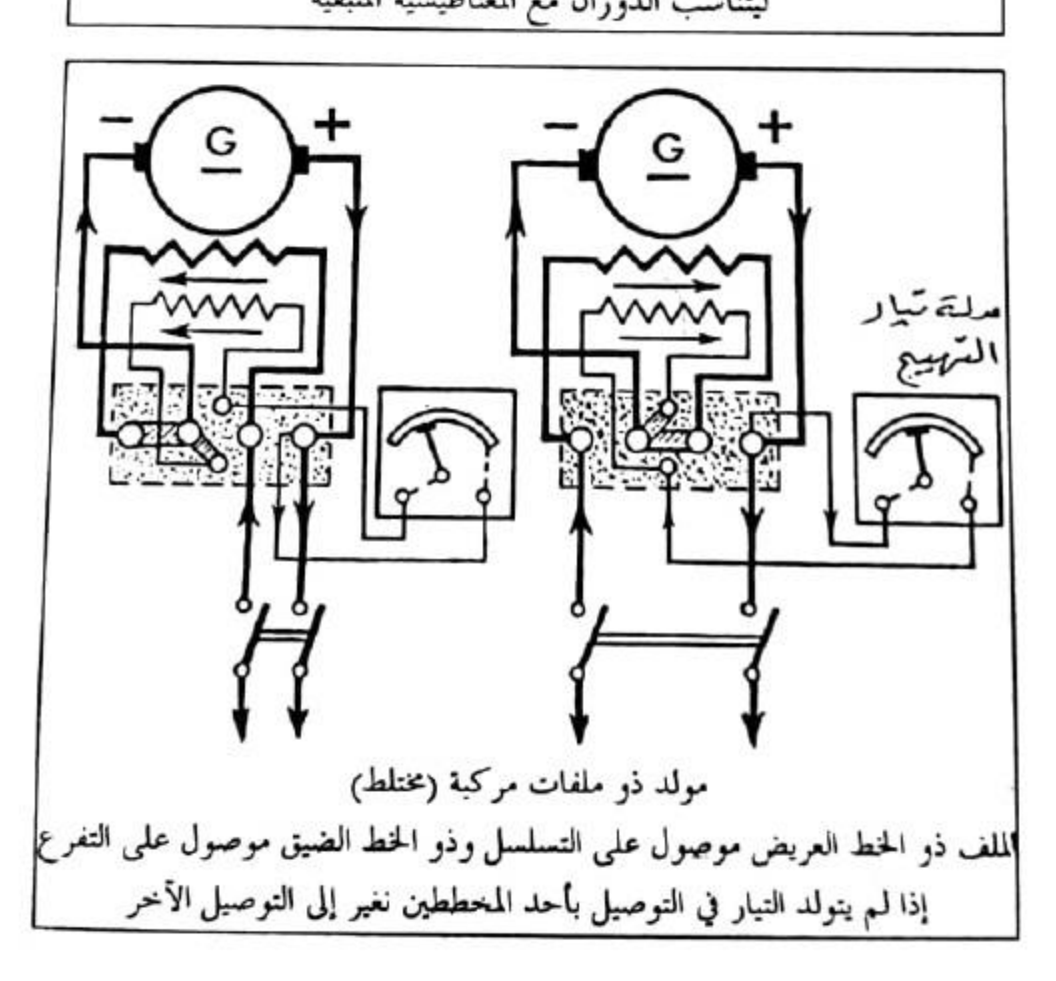
مخطط توصيل محرك تيار مستمر تسلسلي مع مقاومة إقلاع



مولد ذو تهييج تفرعي

1 ـ الدارة الخارجية. 2 ـ معدلة التهييج. 3 ـ لوحة التوصيل.

إذا لم يتولد التيار في إحدى الطريقتين نغير التوصيل إلى الطريقة الثانية ليتناسب الدوران مع المغناطيسية المتبقية



مولد ذو ملفات مركبة (مختلط)

الملف ذو الخط العريض موصول على التسلسل وذو الخط الضيق موصول على التفرع

إذا لم يتولد التيار في التوصيل بأحد المخططين نغير إلى التوصيل الآخر

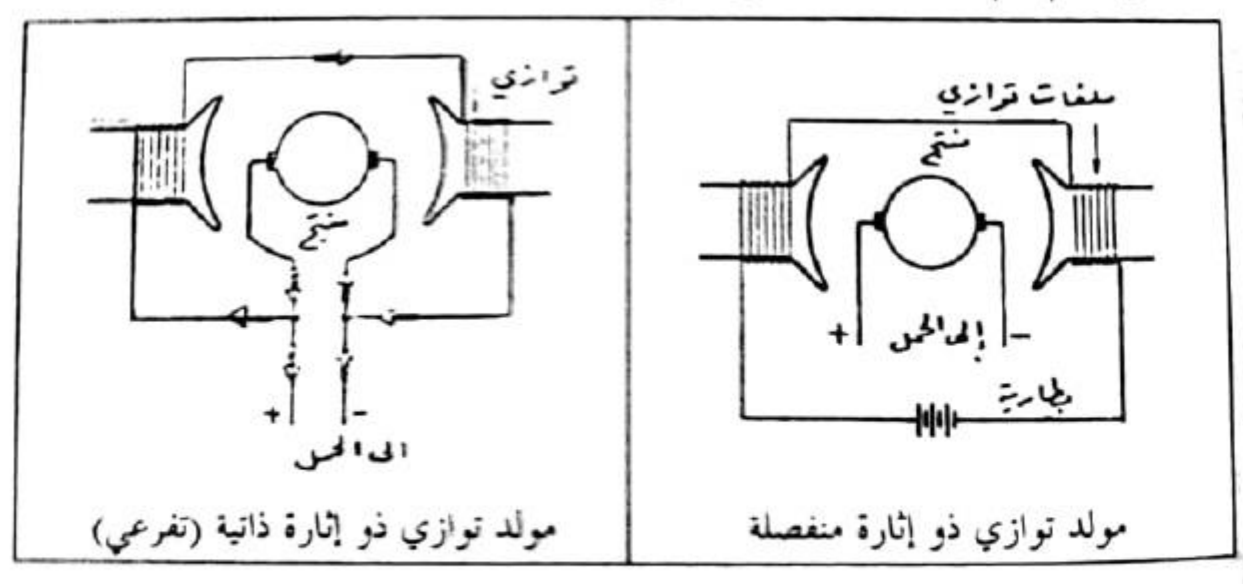
أنواع التحريض في مولد التيار المستمر:

يولد المحرض الحقل المغناطيسي الضروري لتوليد التيار في ملفات المتحرض (عضو الاستنتاج)، وأنواع التحريض هي:

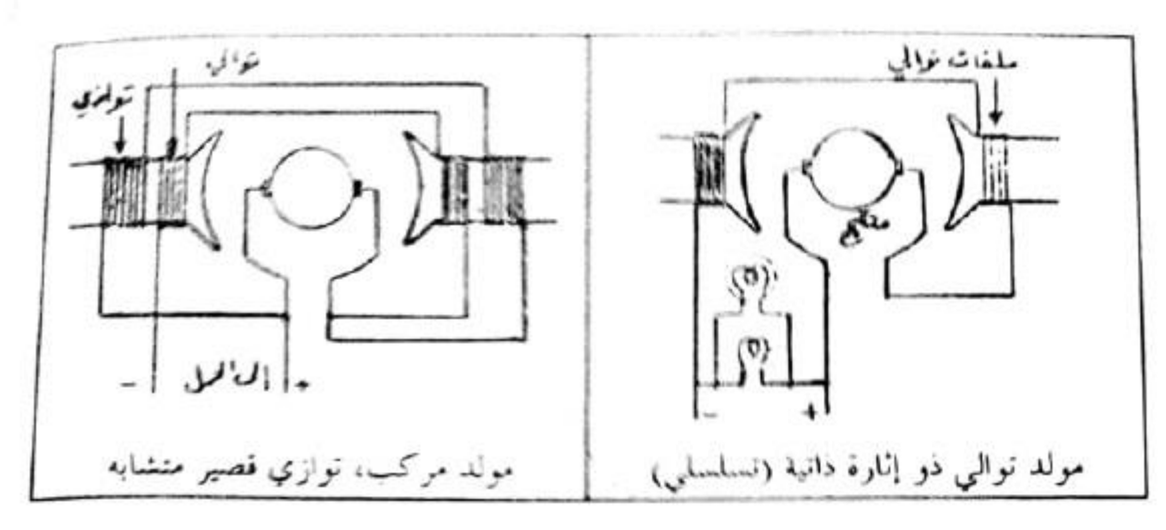
١ ـ **المحرض**: عبارة عن مغناطيس دائم فولاذي له قطبان يدور بينهما المتحرض. وهذا النوع يستخدم فقط في المولدات الصغيرة الاستطاعة نظراً لأن التحريض المغناطيسي ضعيف ومحدود ويولد توتراً منخفضاً.

٢ ـ **المحرض ذو التهيج الذاتي**: يعتمد على التيار الذي يولده المولد نفسه فيمر في ملفات المحرض على التسلسل أو التفرع أو بشكل مختلط، وعند بداية دورانه تعمل المغناطيسية المتبقية في أقطاب المحرض الفولاذي على توليد التيار الذي يتضاعف بسرعة داعماً للتحريض المغناطيسي حتى وصوله لدرجة الإشباع. وقد تنعدم المغناطيسية المتبقية في بعض الحالات كتقادم المولد بدون تشغيل أو ارتفاع حرارته أو تدويره باتجاه معاكس مما يتطلب إعادة مغنطته وذلك بتغذية ملفات المحرض بتيار مستمر خارجي مناسب ولزمن قصير فقط فتعود مغنطته الصحيحة ويعود المولد إلى العمل.

٣ ـ **المحرض ذو التهيج الخارجي**: وهذا في بعض الآلات الكبيرة الاستطاعة، توصل ملفات المحرض بمصدر تيار مستمر كمدخرة أو أكثر أو مولد صغير يدور مع محور المولد الرئيسي. وغالباً ما تتم التغذية الخارجية في بداية عمل المولد ثم تتم التغذية الذاتية من نفس المولد.

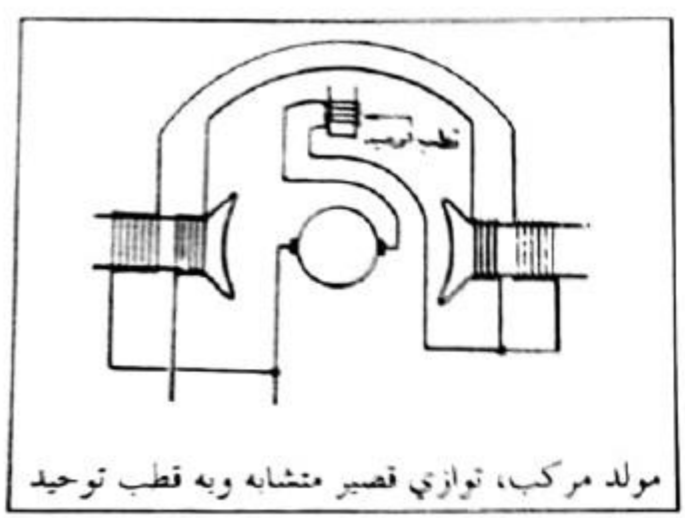


مولد توازي ذو إثارة ذاتية (تفرعي) — مولد توازي ذو إثارة منفصلة



مولد توالي ذو إثارة ذاتية (تسلسلي)

مولد مركب، توازي قصير متشابه


مولد مركب، توازي قصير متشابه وبه قطب توحيد

دراسة ملفات المتحرض (عضو الاستنتاج):

إن العضو الدائر الذي ينتج التيار المستمر في المولد يحتوي على ملفات موزعة داخل مجاريه وتلحم أطرافها على قطع المجمع. وقد يتم اللف بتشكيل الملفات على قالب خاص ثم تنزيلها في المجاري بعد عزلها وحزمها بشكل جيد.

وقد يكون اللف في لفافات أتوماتيكية مبرمجة

أما إعادة اللف فغالباً ما تقوم على تنزيل وتمرير سلك اللف في المجاري خطوة وراء خطوة ثم توصيل الأطراف مع المجمع وتلحم.

وهناك نوعان أساسيان للف المتحرض وهما:

١ ـ اللف الانطباقي.

٢ ـ اللف التموجي

١ ـ اللف الإنطباقي:

وفيه تكون بداية الملف ونهايته على قطعتي مجمع متجاورتين فإذا كانت بداية الملف ونهايته على قطعتين متتاليتين مباشرة فيدعى اللف الانطباقي بسيط، وإذا كان بين البداية والنهاية قطعة مجمع أو أكثر فيدعى اللف الانطباقي مركب.

وفي كل قطعة مجمع يلحم طرفان، طرف هو بداية ملف، ونهاية الملف الذي قبله فيكون عدد قطع المجمع مساوياً عدد الملفات.

ويجب أن يحقق هذا اللف ما يلي:

١ ـ أن تكون الملفات متناظرة تماماً وذلك لتحقيق التوازن الميكانيكي في الدائر.

٢ ـ أن تكون الملفات متصلة مع بعضها البعض بحيث تشكل دارة مغلقة أو أكثر يمر التيار في كل نواقلها.

٣ ـ يجب أن يتكون في كل لحظة فرعان متعاكسان في القطبية واتجاه التيار المتولد تحت كل قطب فيعطي لأحد المسفرتين القطب الموجب وللمسفرة الأخرى القطب السالب كما في الشكل.

٤ ـ إن عدد التفرعات المشكلة في عضو الاستنتاج تتناسب مع عدد الدارات التفرعية حيث يتولد التيار فيها ثم يرحل إلى خارج المولد. وفي المولد ذو القطبين يتكون فرعان للتيار أما المولد ذو ستة أقطاب فيتكون ستة فروع وتظهر وبكل ثلاث دارات تفرعية كل دارة لها فرعان.

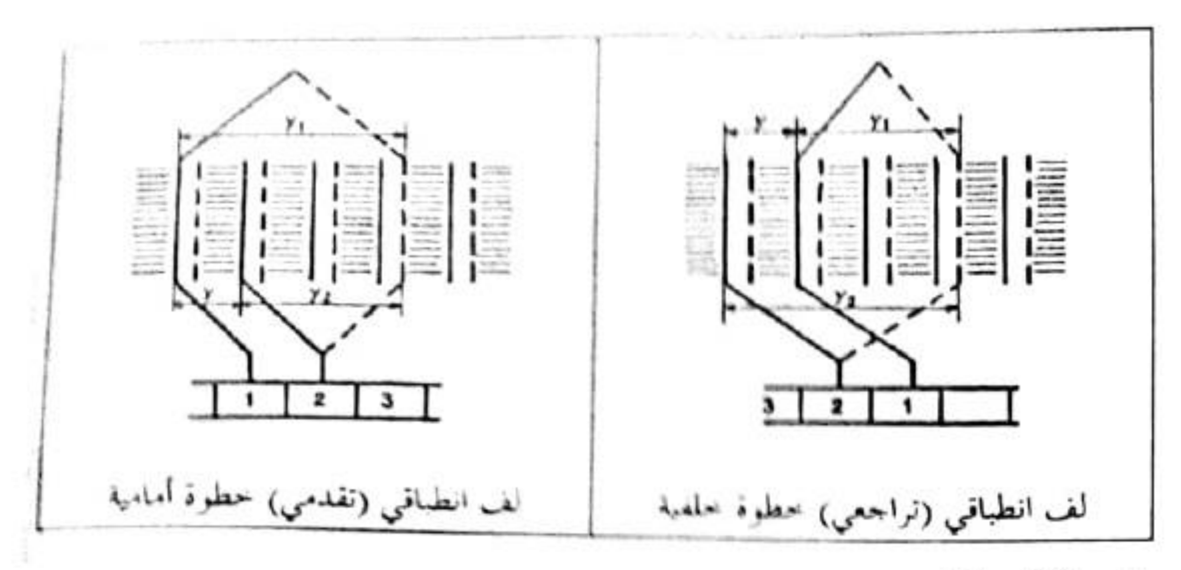
٥ ـ يجب أن يكون عدد الملفات المنتجة مساوياً لعدد قطع المجمع وكل قطعة مجمع يتصل بها نهاية وبداية ملفين متجاورين.

٦ ـ كل مجرى يمكن أن يحتوي ضلعين أو أكثر يتكون كل ضلع من ناقل واحد أو عدد من النواقل.

أما طريقة اللف فقد تكون بخطوة قطبية كاملة أو خطوة قصيرة أو طويلة.

وتقدم اللف قد يكون أمامياً أو خلفياً كما في الشكل.

وقد تحتوي بعض المولدات على مجمعين كل مجمع يقع على طرف من العضو الدائر ويسمح ذلك بتشكيل توصيل تفرعي مزدوج للملفات وخاصة في المولدات ذات التيار الكبير الشدة.



٢ ـ اللف التموجي:

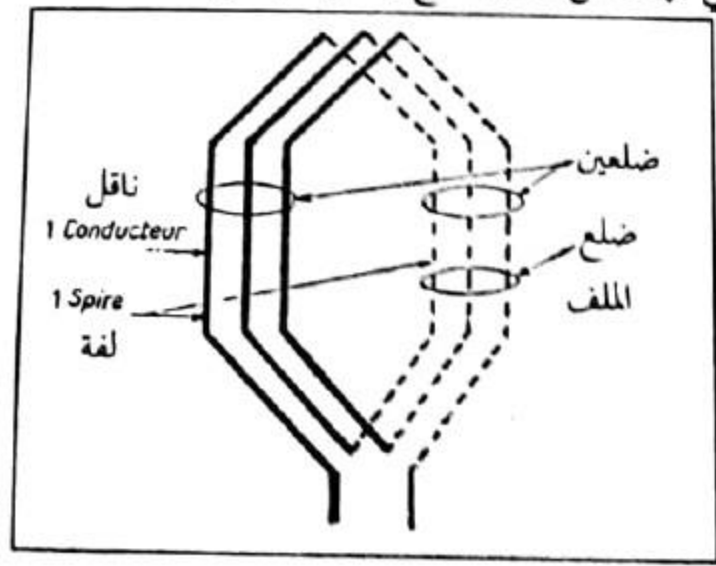
تستخدم طريقة اللف التموجي في المحركات الصغيرة الإستطاعة، وتكون خطوة المجمع كبيرة أي نهاية الملف وبدايته متباعدة.

ولهذا النوع من اللف ميزة استخدام مسفرتين فقط لجمع التيار مهما كان عدد أقطاب المحرض.

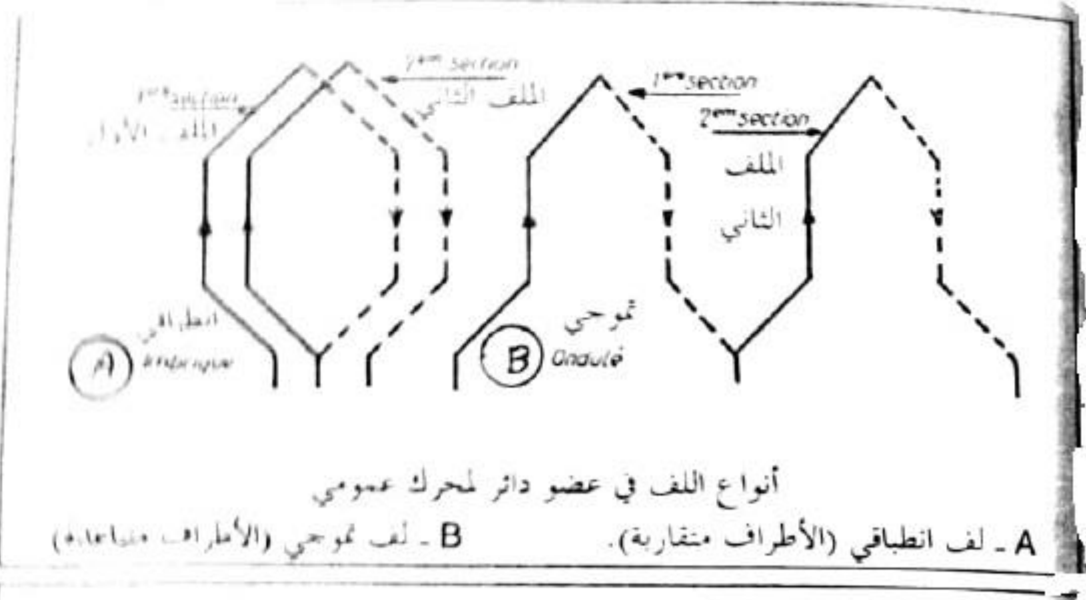
ويمكن تنفيذ اللف التموجي بإحدى الطريقتين التاليتين:

١ ـ طريقة التموجي التسلسلي البسيط وتعطي في المولد أكبر توتر ممكن من مسفرتين فقط.

٢ ـ طريقة التموجي التسلسلي التفرعي ولها تفرعات تساوي عدد الأقطاب وعدد مماثل من المسفرات. ويمكن جمع التيار من كل مسفرتين على حدة أو وصل المسفرات التي لها نفس القطبية مع بعضها البعض.

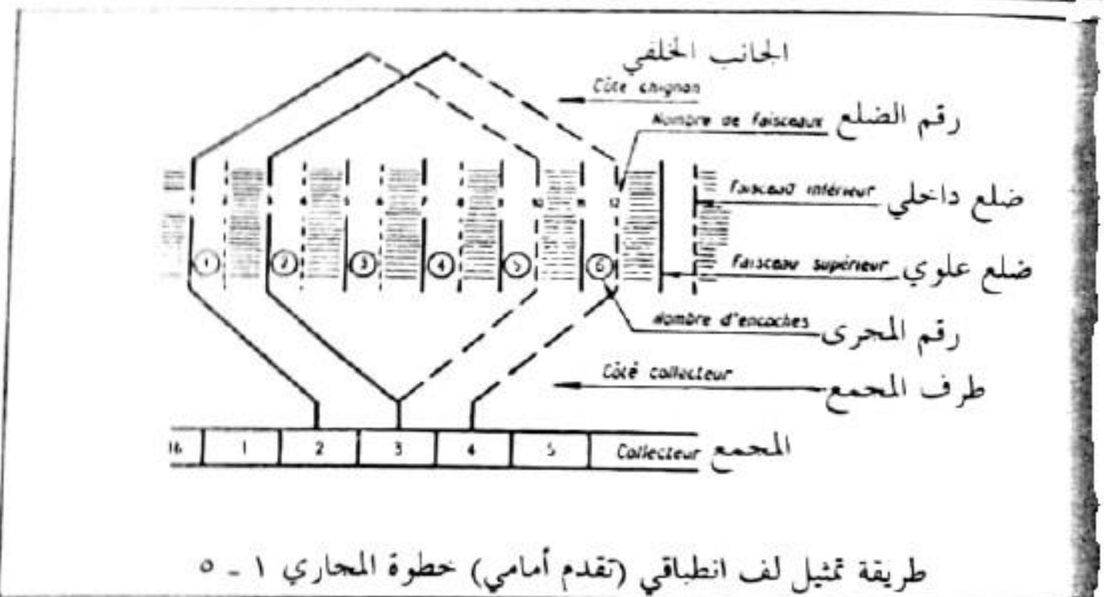


ملف في عضو دائر مؤلف من ثلاث لفات

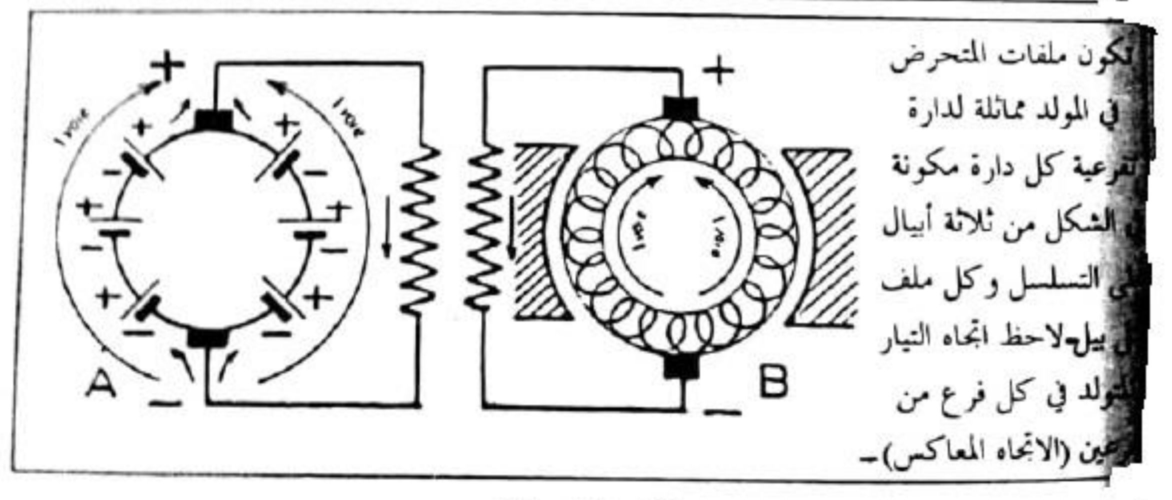


أنواع اللف في عضو دائر لمحرك عمومي

A ـ لف انطباقي (الأطراف متقاربة). B ـ لف تموجي (الأطراف متباعدة)



طريقة تمثيل لف انطباقي (تقدم أمامي) خطوة المجاري ١ ـ ٥



تكون ملفات المتحرض في المولد مماثلة لدارة تفرعية كل دارة مكونة الشكل من ثلاثة أبيال في التسلسل وكل ملف يمثل بيل. لاحظ اتجاه التيار المتولد في كل فرع من عين (الاتجاه المعاكس)ـ

❀ ❀ ❀

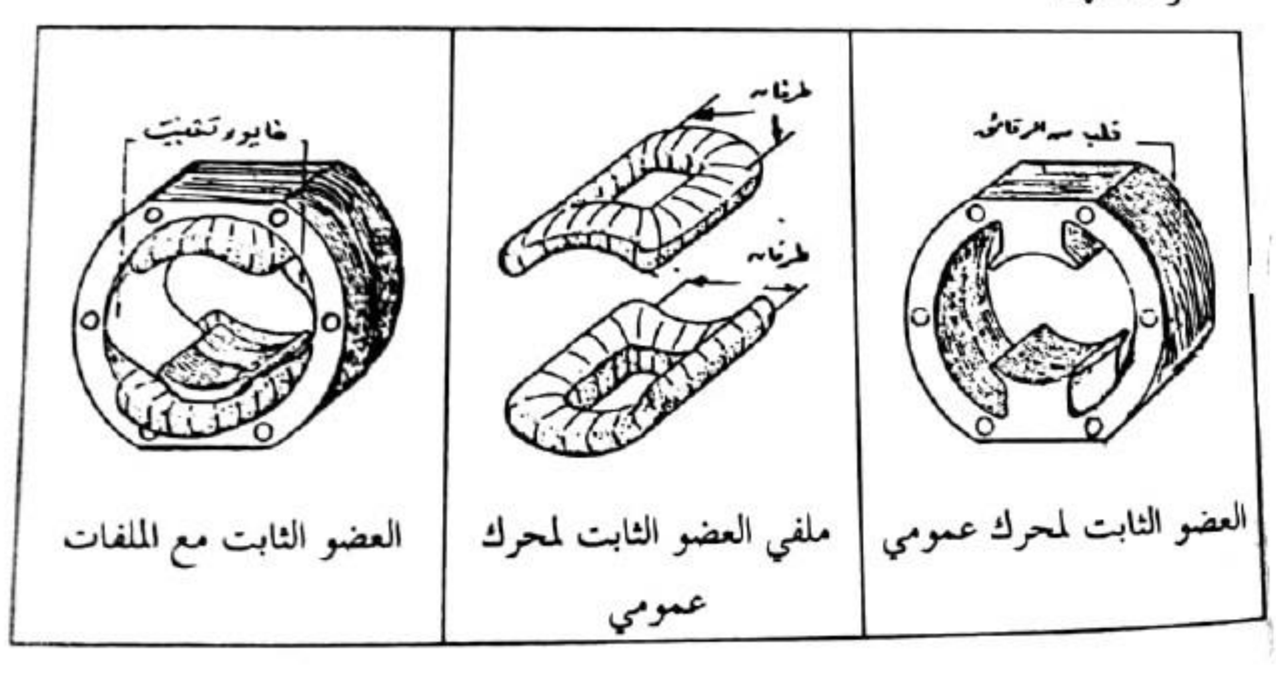
الفصل الثامن

المحركات العمومية (ذات المجمع والفحمات)

وهي المحركات التي تعمل على التيار المستمر والمتناوب، تستخدم في الأدوات المنزلية الصغيرة وخاصة المحمولة. والمتنقلة الصناعية وهي (محرك آلة الخياطة المنزلية ـ فرامة اللحم ـ الخلاط ـ المكنسة ـ فرد الثقب ـ صاروخ الجلخ...).

ويتألف هذا المحرك من:

١ ـ العضو الثابت: وفيه تكون الملفات داخل دارة مغناطيسية لها مجريين كبيرين أو أكثر، وتتكون من صفائح الحديد السيليسي المبشم معاً. أما الملفات فهي عادة مؤلفة من ملفين متقابلين متساويين موصولين على التسلسل مع العضو الدائر. تلف هذه الملفات على الدارة مباشرة أو على قالب ثم تغلف بالعازل الورقي الحراري لحمايتها من الرطوبة والحرارة والشرارات التي تتكون تحت الفحمات. وقد تكون الملفات محصورة ضمن حامل بلاستيكي حراري لتثبيتها وحفظها.



العضو الثابت لمحرك عمومي | ملفي العضو الثابت لمحرك عمومي | العضو الثابت مع الملفات

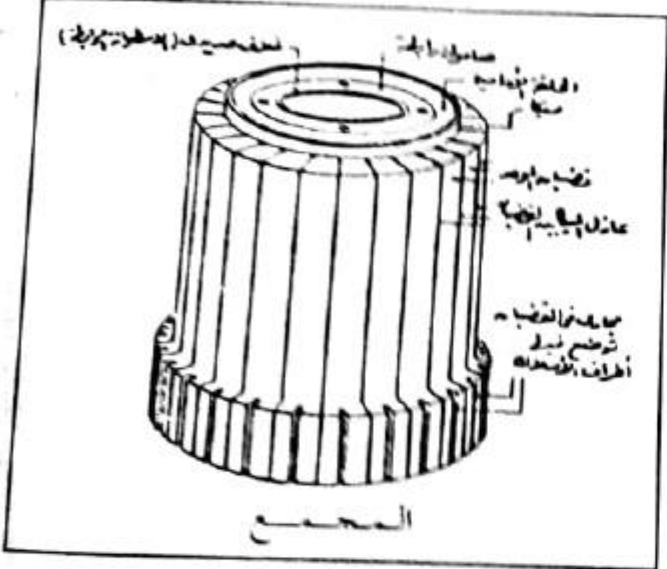
٢ ـ العضو الدائر: ويشبه العضو الدائر في آلة التيار المستمر إذ يتكون من اسطوانة من صفائح الحديد السيليسي وفيها المجاري الطولية من نوع نصف المغلق غالباً.

تعزل المجاري وجوانب الدارة ومعدن المحور بين الدارة المغناطيسية والمجمع ثم تنزل فيها الملفات بالطريقة الصحيحة، وتوصل أطرافها وتلحم على قطع المجمع. وتثبت على العضو الدائر المروحة التي تساهم في تهوية وتبريد الملفات.



العضو الدائر لمحرك عمومي

المجمع:



المجمع

ويدعى الموحد (collector) ويتألف من قطع نحاسية مجمعة مع بعضها ومعزولة عن بعضها البعض بمادة عازلة من الميكا وتلامس الفحمتان قطع المجمع لتوصيل التيار إلى ملفات الدائر.

وللمجمع نوعان:

أ ـ **مجمع محوري:** وتكون قطعه موازية للمحور وهو المستخدم غالباً.

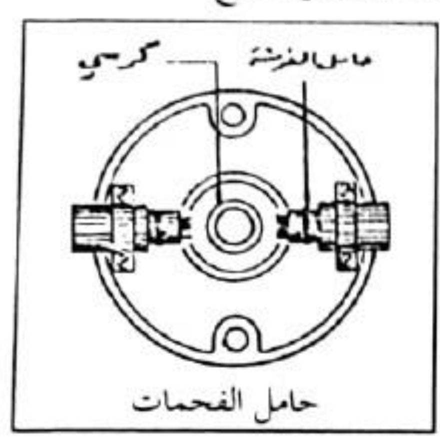
ب ـ **مجمع قطري:** قطعه عمودية على محور الدوران.

٣ ـ الهيكل الخارجي: من المعدن أو البلاستيك ويحتوي على حامل الفحمتين (المسفرتين) ووظيفتهما توصيل التيار إلى ملفات العضو الدائر.

المسفرتان:

وهي من مادة الفحم الناقلة وقد يضاف إليها ذرات معدنية من النحاس أو غيره لزيادة صلابتها وناقليتها وخواصها الميكانيكية وتزود كل منها بنابض لتضغط على المجمع، ويتم التلامس الكهربائي الجيد بين كل مسفرة وحاملها بواسطة كبل شعري لين من ضفائر النحاس لإحكام الوصل الكهربائي.

إن أبعاد الفحمات تتناسب مع شدة تيار المحرك وخطوة المجمع، وتغطي الفحمة مسافة كبيرة من طول المجمع أما عرض المسفرة فيساوي عرض قطعة ونصف من قطع المجمع. ولبعض الأنواع إمكانية تغيير وتعيير محور تثبيت الفحمات للتحكم بسرعة المحرك، والوصول إلى أقل شرارة بين الفحمات والمجمع.



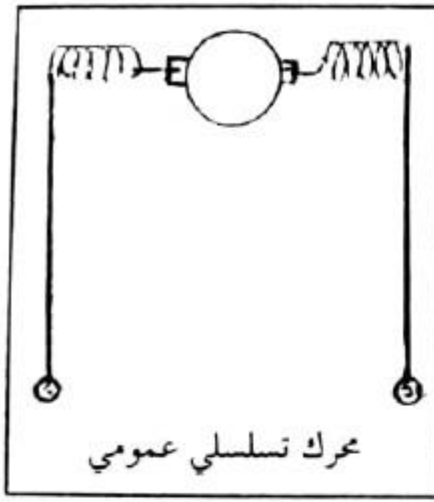
حامل الفحمات

إن حامل الفحمات النحاسي يجب أن يكون معزولاً عن جسم المحرك وقد يحتوي على غطاء مقلوظ من مادة الفيبر العازلة ليمكن تغيير الفحمات عند اللزوم دون الحاجة لفك الأجزاء الداخلية من المحرك.

أنواع المحركات العمومية:

١ - المحرك التسلسلي:

توصل ملفات الدائر مع ملفات الثابت على التسلسل عن طريق المسفرتين ويقلع المحرك مباشرة عند تغذيته. ويمكن عكس دورانه إذا عكسنا تغذية العضو الدائر وذلك بتبديل خطي الفحمتين.

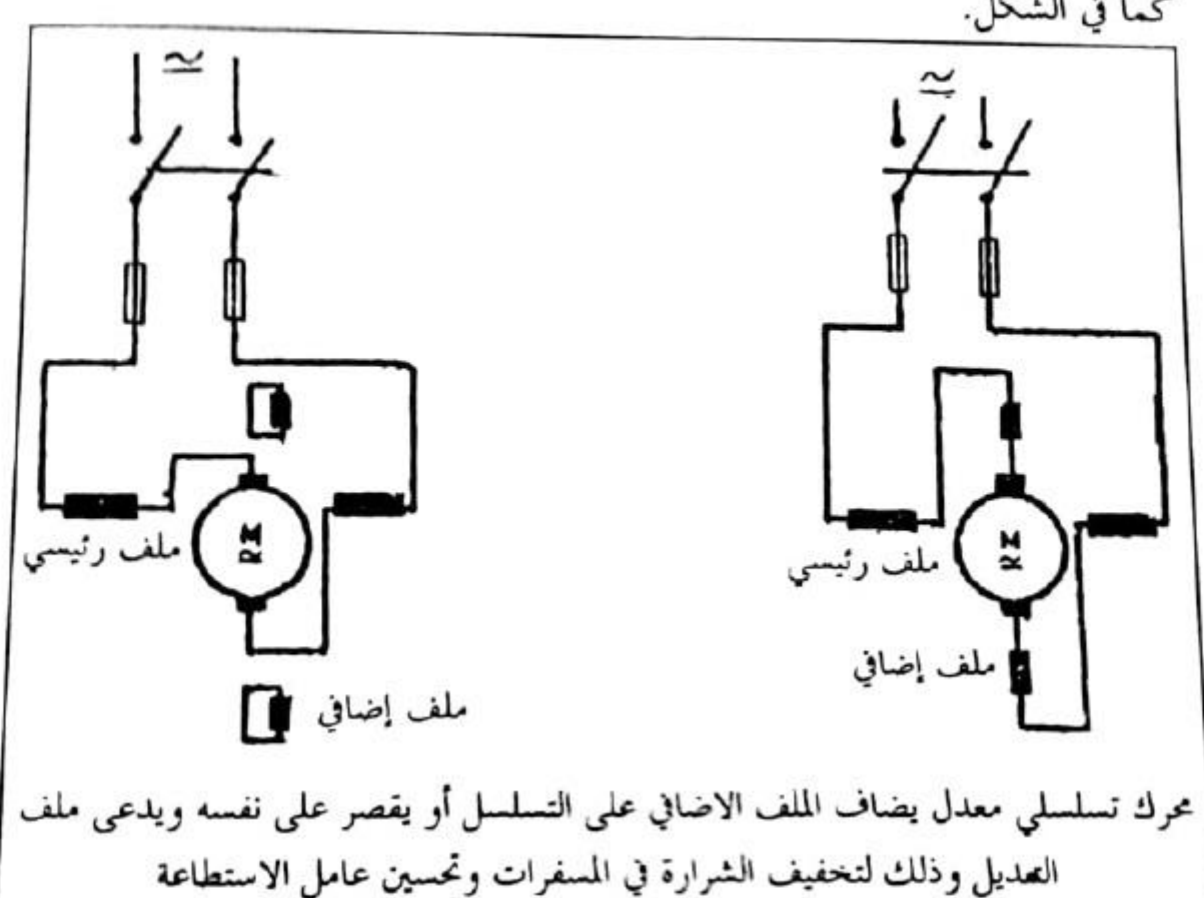

محرك تسلسلي عمومي

إن هذا المحرك يدور بسرعة عالية إذا شغل دون حمل وهذا قد يؤدي إلى تخلخل ملفات الدائر بفعل القوة الطاردة المركزية. ولتفادي ذلك تحجز الملفات تماماً داخل مجاريها وتحصر بوتد من الفيبر أو الخشب، وتورنش بطريقة خاصة وتحمص في الفرن. كما تربط أطراف الوصل مع المجمع ويلف عليها خيط عدة لفات وتحزم تماماً.

وهذا النوع هو المستخدم غالباً في الأدوات المنزلية والمثاقب وآلة الخياطة والخلاط والقص وغيرها، ويمتاز بصغر حجمه وعزم إقلاعه الجيد. ويزداد عزمه وتقل سرعته مع زيادة الحمل.

٢ ـ المحرك التسلسلي المعدل:

تحدث بين المجمع والفحمات أقواس كهربائية صغيرة بشكل شرارات بسبب القوة المحركة العكسية الناتجة في الملفات بسبب تكرر القطع والوصل حين انتقال قطع المجمع تحت المسفرات، وهذه الأقواس تتلف المجمع والملفات كهربائياً وميكانيكاً لذلك يضاف في هذا النوع ملفات تعديل توصل على التسلسل مع ملفات الثابت توضع في مجاري القطاب ويمكن أن تقصر هذه الملفات مع بعضها كما في الشكل.



محرك تسلسلي معدل يضاف الملف الاضافي على التسلسل أو يقصر على نفسه ويدعى ملف التعديل وذلك لتخفيف الشرارة في المسفرات وتحسين عامل الاستطاعة

٣ ـ المحرك التنافري:

يشبه المحرك التسلسلي في مكونات العضو الثابت والعضو الدائر وله مسفرتان متقابلتان بينهما (١٨٠°) تقصر مع بعضها ولاويصل بها أي تيار. أما حامل المسفرتين فهو قابل للدوران حول المجمع بزاوية معينة فتمثل ملفات الدائر

دارة ثانوية للمحمول، إذ يتولد في ملفات الدائر قوة محركة كهربائية بسبب التحريض المتغير المتولد في ملفات العضو الثابت، وينتج عنه دوران المتحرض الدائر ويتغير عزم الدوران حسب الزاوية بين محور المسفرتين ومحور أقطاب العضو الثابت. ويمكن أيضا عكس دوران المحرك عند وصول حامل المسفرتين إلى نقطة معينة.

خواص المحرك التنافري:

١ ـ يمكن التحكم بعزم المحرك وسرعته واتجاه الدوران بتغيير زاوية حامل المسفرتين.

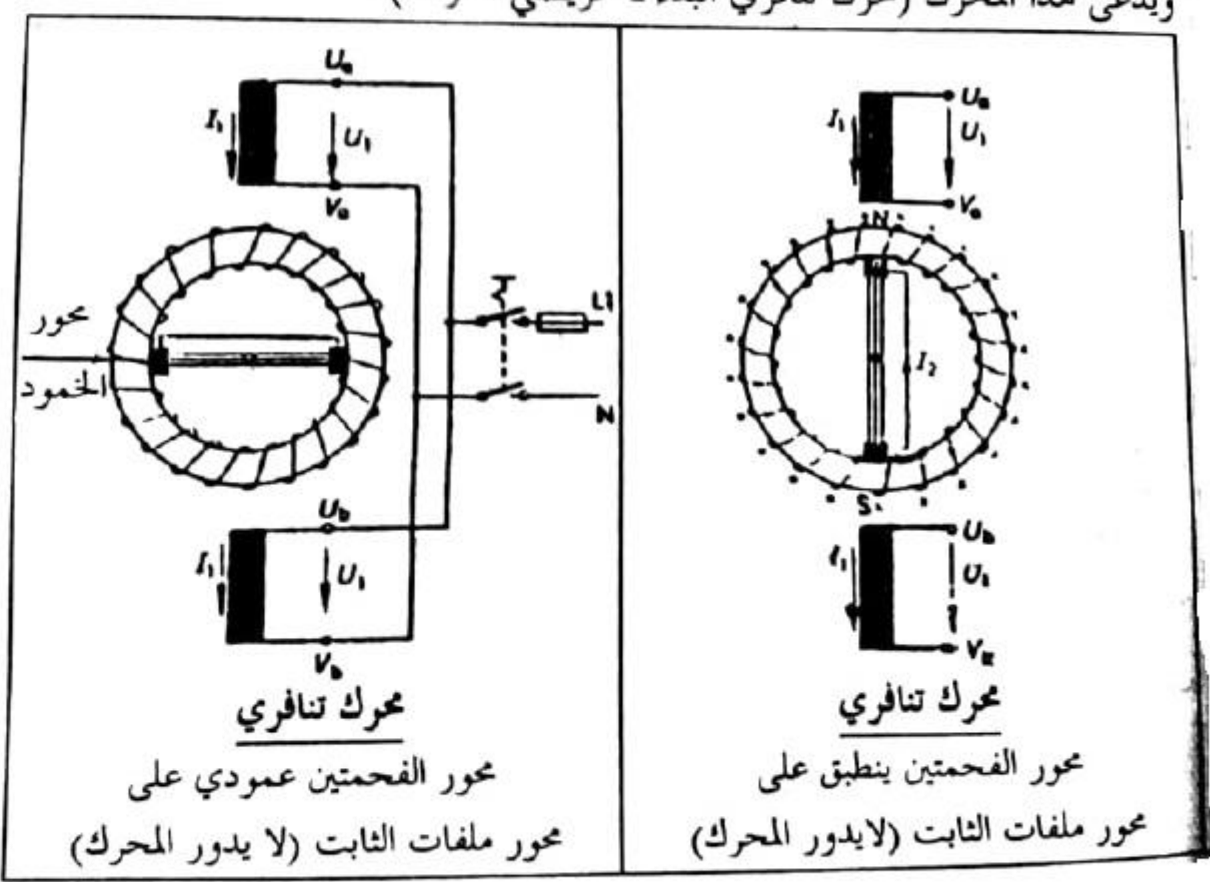
٢ ـ يكون عزم الدوران أعظمياً عند زاوية انحراف (٤٥°) وعمليا وجد أن أفضل انحراف هو (٦٠°).

٣ ـ تيار الإقلاع يساوي (٣ ـ ٤ مرات) تيار الحمل الكامل.

٤ ـ عامل الاستطاعة (cosφ) (٠,٧٥ إلى ٠,٨٠).

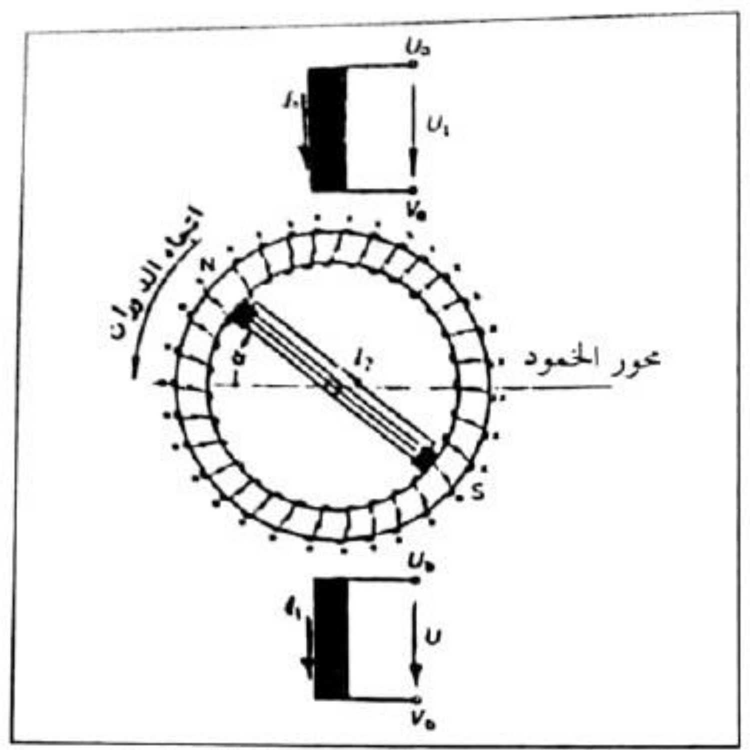
يستخدم هذا النوع في المحركات الصغيرة الاستطاعة وحتى (١ حصان) كضواغط الهواء وبعض المضخات وذلك بسبب عزم دوران الإقلاع الكبير.

ويمكن صنع بعض المحركات التنافرية بحيث ترفع عنها الفحمات بعد إقلاع المحرك ثم تقصر قطع المجمع بشكل آلي فيعمل كمحرك ذو قفص سنجابي. ويدعى هذا المحرك (محرك تنافري البدء ـ تحريضي الحركة).



محرك تنافري
محور الفحمتين عمودي على محور ملفات الثابت (لا يدور المحرك)

محرك تنافري
محور الفحمتين ينطبق على محور ملفات الثابت (لايدور المحرك)



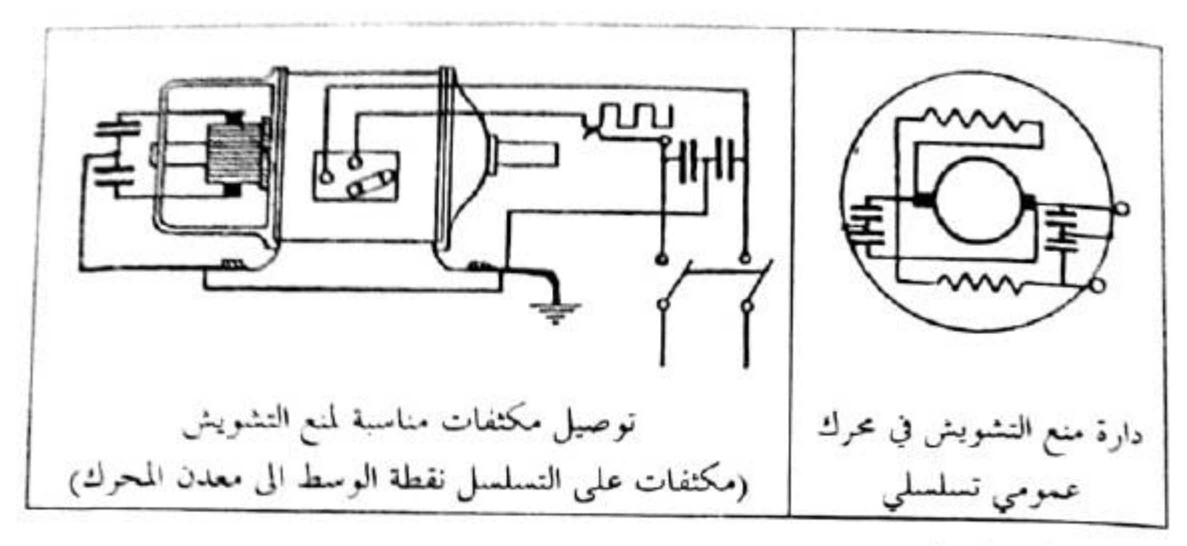
المحرك التنافري يدور باتجاه زاوية انحراف المسفرتين
ليتولد عزم الدوران

طريقة تخفيف التشويش في المحركات العمومية (بارازيت)

تولد المحركات العمومية ومحركات التيار المستمر تشويشاً مزعجاً على أجهزة الاستقبال اللاسلكية (راديو - تلفزيون) وتظهر في الصوت والصورة.

فدوران المجمع وملفات الدائر وحدوث حركة الانتقال تحت المسفرات يسبب تناوباً في القطع والوصل الكهربائي والمغناطيسي ويولد موجات كهرطيسية تنتشر في المحيط القريب وتؤدي إلى التشويش.

ولتخفيف هذا التشويش يضيف المصنع دارة تتألف من مكثف مزدوج أو مكثفين صغيرين يوصلان على التفرع مع مدخل التغذية أو على طرفي المسفرتين. وتوصل نقطة الوسط مع جسم المحرك المعدني، ويفضل أيضاً تأريض الجسم المعدني للمحرك، وبعض الشركات تضيف عناصر أخرى لتحسين دارة خفض التشويش بوصل مقاومة أو ملف.



دارة منع التشويش في محرك عمومي تسلسلي

توصيل مكثفات مناسبة لمنع التشويش
(مكثفات على التسلسل نقطة الوسط الى معدن المحرك)

أعطال المحرك العمومي

تنقسم الأعطال إلى قسمين: وهي الأعطال الكهربائية والأعطال الميكانيكية.

١ ـ الأعطال الكهربائية:

أعطال في العضو الثابت (المحرض): وهو مكون من ملفين على التسلسل غالباً ولذلك يتعرض للأعطال التالية:

أ ـ انقطاع في الوصلات أو اللفات، فلا يدور المحرك، ويكشف باستخدام الآفومتر (مجال الأوم) أو بمصباح السيري وإذا كان القطع واضحاً فيمكن إعادة توصيله ولحامه بعد تنظيف الطرفين وإزالة العازل عنهما.

ب ـ قصر بين الملفات والجسم المعدني فيتعرض المحرك للتكهرب وخاصة إذا لم يكن له خط أرضي. وإذا كان التلامس من مكانين أو أكثر فيؤدي لضعف الدوران أو توقفه.

جـ ـ قصر دارة بين الملفات مع بعضها فيؤدي إلى ضعف العزم والدوران، وارتفاع في حرارة مكان القصر، وزيادة في شدة التيار، وظهور شرارات تحت المسفرات.

د ـ احتراق الملفات: وهو احتراق الورنيش العازل للملفات مؤدياً لتلامسها وفقد وظيفتها.

أعطال في العضو الدائر (المتحرض): الذي يضم الملفات والمجمع وهي:

١ ـ أعطال في الملفات بسبب قطع أو قصر بين بعضها أو تلامسها مع الجسم المعدني.

٢ ـ أعطال في المجمع بسبب ترسب ذرات الفحم بين قطعه.
٣ ـ تلف في قطع المجمع أو تآكل بعضها.
٤ ـ تآكل الفحمات أو ضعف ضغطها على المجمع أو زيادته.

وتظهر هذه الأعطال بالمظاهر التالية أو بأحدها:

أ ـ زيادة الشررات الكهربائية بين الفحمات والمجمع.
ب ـ ضعف في عزم الدوران والسرعة.
جـ ـ لا يدور المحرك إلا بدفعه للدوران ثم يعود إلى التوقف.
د ـ عدم دوران العضو الدائر.
هـ ـ ارتفاع حرارة المحرك وزيادة في ضجيجه.

الأعطال الميكانيكية:

تشبه أعطال أي محرك وتتضمن:

١ ـ نقص التزييت أو التشحيم مما يسبب صعوبة الدوران ووجود صوت ضجيج.
٢ ـ تلف الرولمانات أو الباغات مما يسبب صعوبة الدوران وعدم توازن المحور داخل الباغة أو تخلخله بسبب توسع الباغة.
٣ ـ تلامس بين الدائر والثابت أو المروحة أو وجود جسم غريب فيه.
٤ ـ تخلخل تثبيت الغطائين مع الجسم بسبب سوء التركيب أو انحلال البراغي.

الأسباب المؤدية إلى الأعطال في المحركات العمومية للآلات المنزلية والصناعية:

١ ـ زيادة حمل المحرك فإذا كان المحرك لآلة فرامة لحم فإن ضغط قطع اللحم وخاصة القطع الكبيرة أو المحتوية على أعصاب يؤدي إلى زيادة الحمل ويكاد المحرك يتوقف عن الدوران مما يعرضه للاحتراق، وفي آلة الثقب فإن زيادة الضغط عند الثقب وخاصة إذا كانت الريشة كبيرة القطر وغير مسنونة تماماً، أو الثقب في الاسمنت المسلح مع الضغط الكبير. وكذلك استخدام محرك ذو استطاعة صغيرة في أعمال تتطلب استطاعة أكبر.

٢ ـ استمرار عمل المحرك لزمن طويل وخاصة أن بعض الآلات المنزلية مسجل على لوحتها الزمن الذي تتحمله خلال العمل. وبعضها له كباسة صغيرة للتشغيل بشكل ضاغطة مما يدل على أن عمل هذه الآلة لحظي لزمن قصير محدد (١ ـ ٥ دقائق).

٣ ـ دخول الرطوبة أو الماء إلى ملفات المحرك.
٤ ـ استخدام الآلة بعد زمن طويل من تركها مما يسبب جفاف الزيت أو الشحم أو تأكسد كراسي المحور.
٥ ـ أخطاء أخرى مثل الوصل على توتر أكبر من التوتر الاسمي أو توصيل لوحة المحرك على توتر ما واستخدام توتر أعلى.

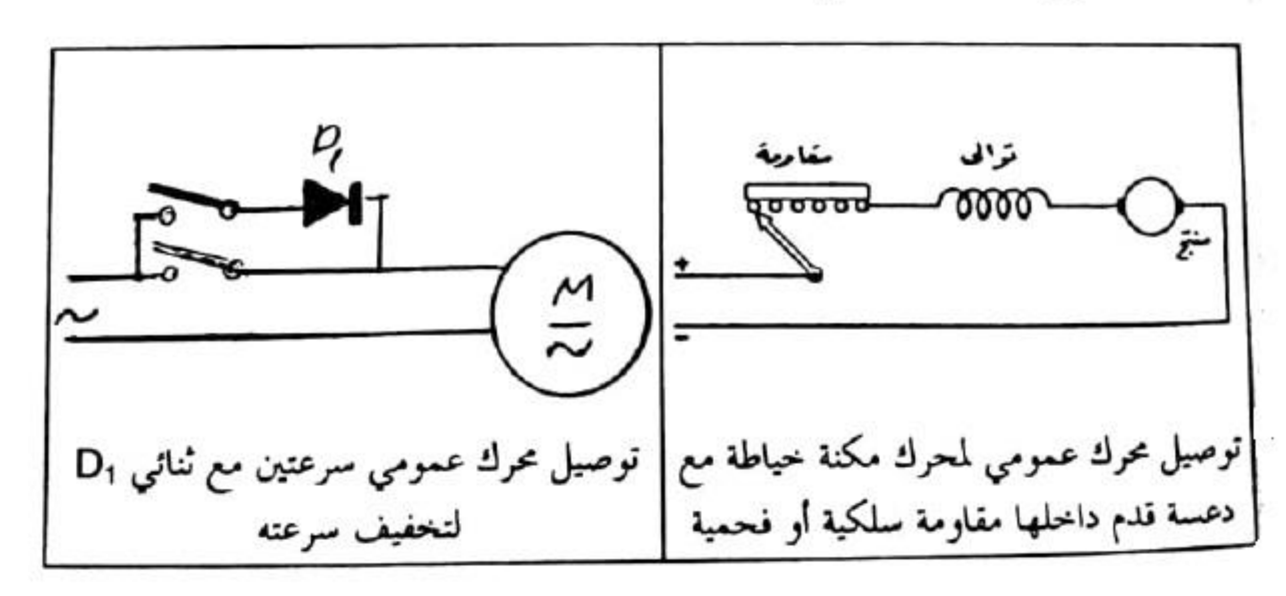
التحكم بسرعة بعض المحركات العمومية:

تتطلب بعض الآلات التحكم في سرعة دورانها ومن طرق التحكم ما يلي:

١ ـ بواسطة مقاومة أومية من ملف أو سلك مقاوم أو من أقراص فحمية على التسلسل مع المحرك مثل مكنة الخياطة المنزلية، حيث تقوم دعسة القدم بعملية إيقاف وتشغيل المحرك وكذلك التحكم بسرعته، فكلما زاد ضغط القدم نقصت قيمة المقاومة وزاد التوتر والتيار في المحرك وتزداد سرعته، وعند رفع الضغط تنقص السرعة ثم يتوقف المحرك تماماً بسبب انقطاع التيار عنه.

ويمكن التأكد من عمل دعسة القدم بوصلها مع مصباح (١٠٠ واط على التسلسل) وتغذيتها بالتيار، وتتغير إضاءة المصباح مع حركة دعسة القدم مما يدل على صلاحيتها أو تقاس مقاومتها بالأوم، ويظهر تغير المقاومة مع تغير الضغط عليها.

٢ ـ بواسطة وصل ثنائي (ديود) على التسلسل مع المحرك مما يجعل المحرك تتغير سرعته مع أو بدون الثنائي وقد يضاف مقاومة أومية.

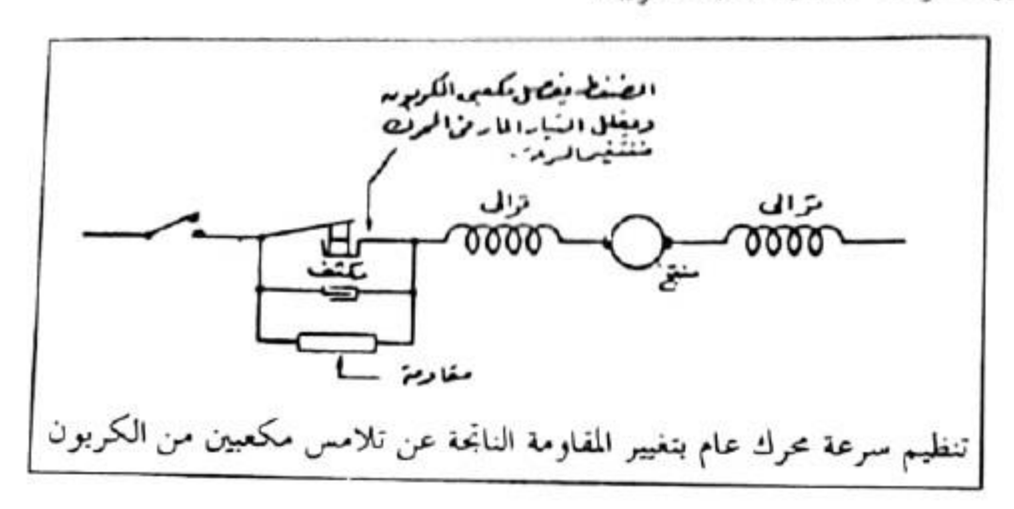


توصيل محرك عمومي لمحرك مكنة خياطة مع دعسة قدم داخلها مقاومة سلكية أو فحمية

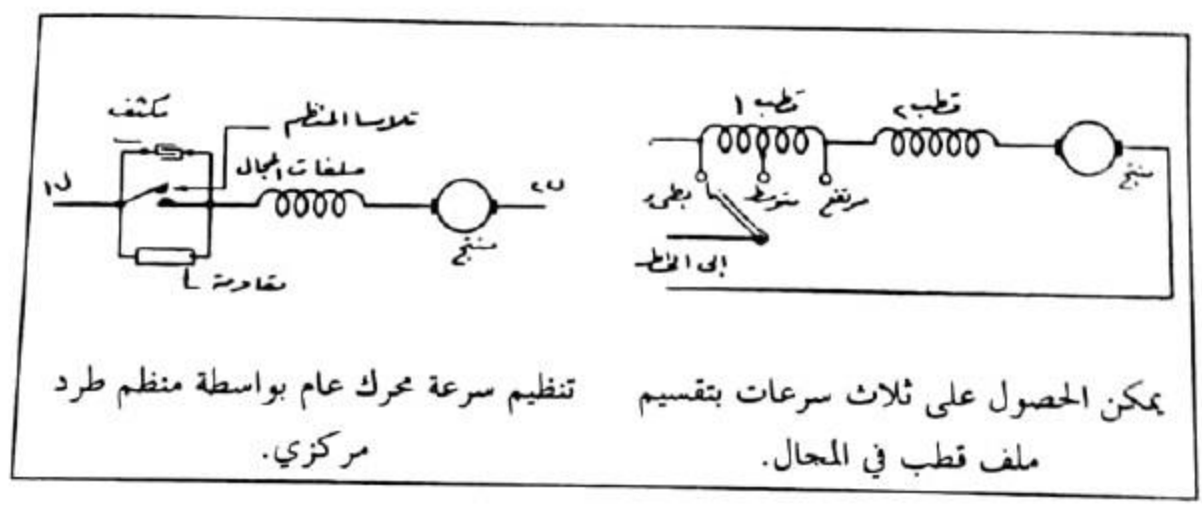
توصيل محرك عمومي سرعتين مع ثنائي D_1 لتخفيف سرعته

٣ ـ بواسطة منظم طرد مركزي يعمل على توصيل مقاومة مع المحرك عندما تزداد سرعته ويلغيها عند انخفاض السرعة.

٤ ـ بواسطة مجموعة مسننات أو بكرات وهي طريقة ميكانيكية ويبقى للمحرك فيها سرعته العادية الثابتة تقريباً.



تنظيم سرعة محرك عام بتغيير المقاومة الناتجة عن تلامس مكعبين من الكربون



يمكن الحصول على ثلاث سرعات بتقسيم ملف قطب في المجال.

تنظيم سرعة محرك عام بواسطة منظم طرد مركزي.

❀ ❀ ❀

طريقة فحص وإصلاح المحرك ذو المجمع والفحمات

الفحص المبدئي للمحرك:

بعد التأكد من جاهزية المحرك ووصول التوتر اللازم لتغذيته، ونتأكد من دوران محوره بسهولة، وعدم وجود أي عائق لدورانه. نجرب تشغيله فإذا لم يقلع ثم يدور بشكل صحيح وطبيعي نتأكد من فحمتيه، وعدم نقص في طول الفحمة بسبب تآكلها، ووجود نابض الضغط بحالة جيدة، ونتأكد من نواقل التوصيل الخارجي والداخلي ثم ملفات الثابت ثم الدائر.

وتتضمن طريقة الفحص ما يلي:

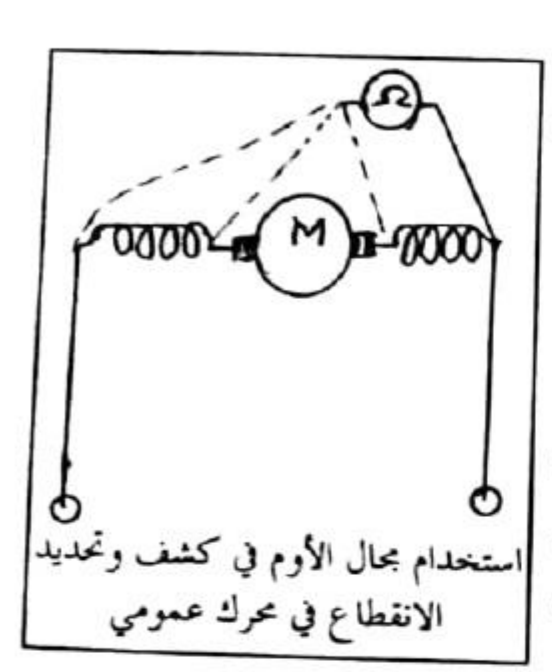
الكشف عن الانقطاع:

يستخدم مقياس الآفومتر (مجال الأوم) أو مصباح السيري (التسلسلي) - نفصل المحرك عن أي تيار ثم نضع طرفي المقياس على سلكي تغذية المحرك. وعدم تحرك المؤشر يدل على عدم استمرارية الوصل بين الملفات الثابتة والعضو الدائر. ثم ننقل سلكي المقياس لفحص كل ملف لوحده ثم نفحص طرفي الفحمات مع العضو الدائر للتأكد من تلامسهما مع المجمع.

فحص العضو الدائر والمجمع:

أ ـ استخدام مجال الأوم أو المصباح التسلسلي:

إن ملفات الدائر تشكل غالباً دارتين على التفرع فنضع سلك الأوم على قطعة مجمع والسلك الآخر ننقله على القطع الأخرى تدريجياً وحين وجود قطع واحد في الملفات فإن الأوم يبقى مشيراً إلى وجود اتصال عن طريق الفرع الآخر أما إذا وجد انقطاعان أو أكثر فإن المؤشر لا يتحرك عند الوصول واختبار قطعة المجمع التي في ملفها الانقطاع.



استخدام مجال الأوم في كشف وتحديد الانقطاع في محرك عمومي

وبنفس الطريقة يستخدم المصباح التسلسلي الذي يضيء عند وجود الوصل ويظلم عند نقاط الانقطاع.

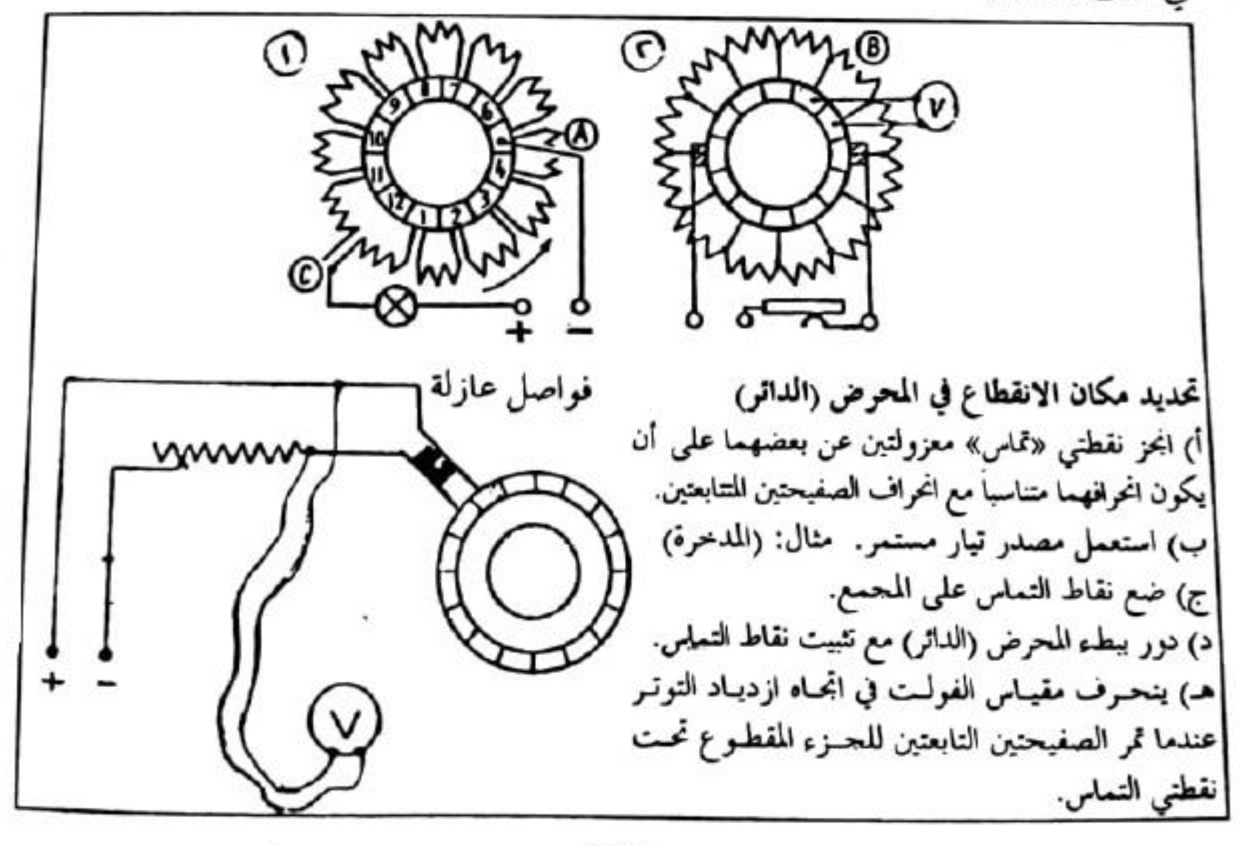
ب ـ طريقة قياس المقاومة بدقة:

نقيس المقاومة بين كل قطعتي مجمع بشكل دقيق فإذا وصلنا إلى نقطة مقاومتها كبيرة كثيراً أو لا يتحرك المؤشر يدل ذلك على وجود الإنقطاع في هذه النقطة، وإذا أشار المقياس إلى مقاومة صغيرة جداً أو صفر أوم فإن ذلك يدل على وجود احتراق في الملف أو تلف العازل بين قطعتي المجمع.

جـ ـ طريقة الميلي فولت:

نغذي طرفي المجمع بتوتر منخفض ثم نقيس التوتر بين كل قطعتي مجمع أو يثبت طرف المقياس في أحد سلكي التغذية وننقل الطرف الآخر من قطعة إلى أخرى ابتداء من الطرف الآخر للتغذية، فإذا أشار إلى توتر أعظمي ثم انخفض تدريجياً وبشكل متساو دل ذلك على صحة الملفات والمجمع. وحين قياسه نفس التوتر في قطعتي مجمع متجاورتين فإن ذلك يدل على وجود قصر بينهما.

وإذا لم يتحرك المؤشر بسبب عدم وجود توتر يدل ذلك على وجود انقطاع في تلك النقطة.



تحديد مكان الانقطاع في المحرض (الدائر)

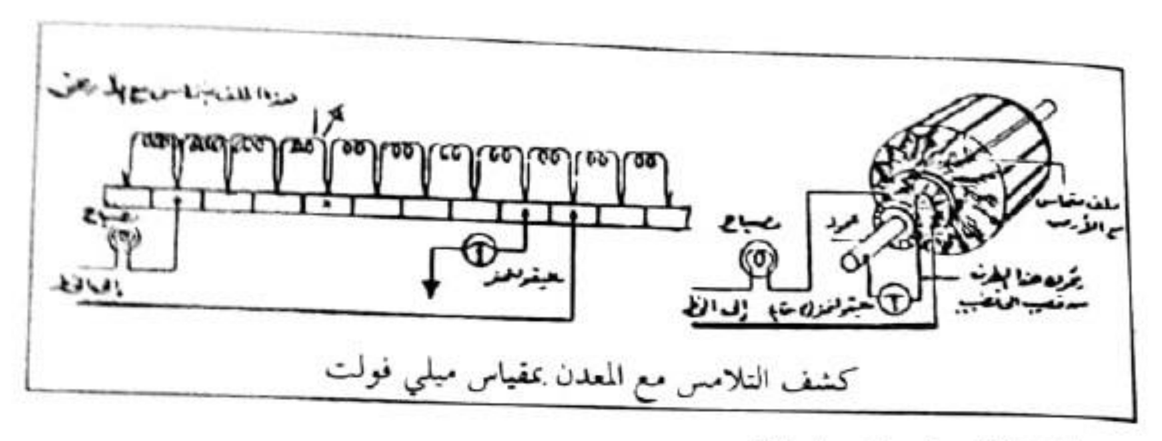
أ) انجز نقطتي «تماس» معزولتين عن بعضهما على أن يكون انحرافهما متناسباً مع انحراف الصفيحتين المتتابعتين.

ب) استعمل مصدر تيار مستمر. مثال: (المدخرة)

ج) ضع نقاط التماس على المجمع.

د) دور ببطء المحرض (الدائر) مع تثبيت نقاط التماس.

هـ) ينحرف مقياس الفولت في اتجاه ازدياد التوتر عندما تمر الصفيحتين التابعتين للجزء المقطوع تحت نقطتي التماس.

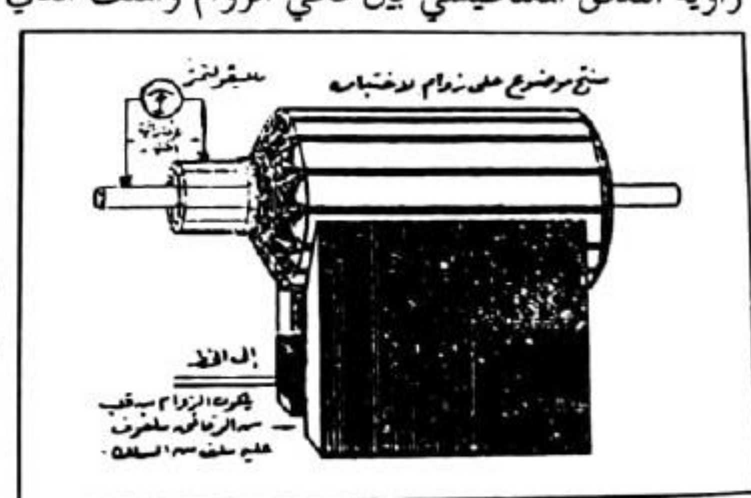


كشف التلامس مع المعدن بمقياس ميلي فولت

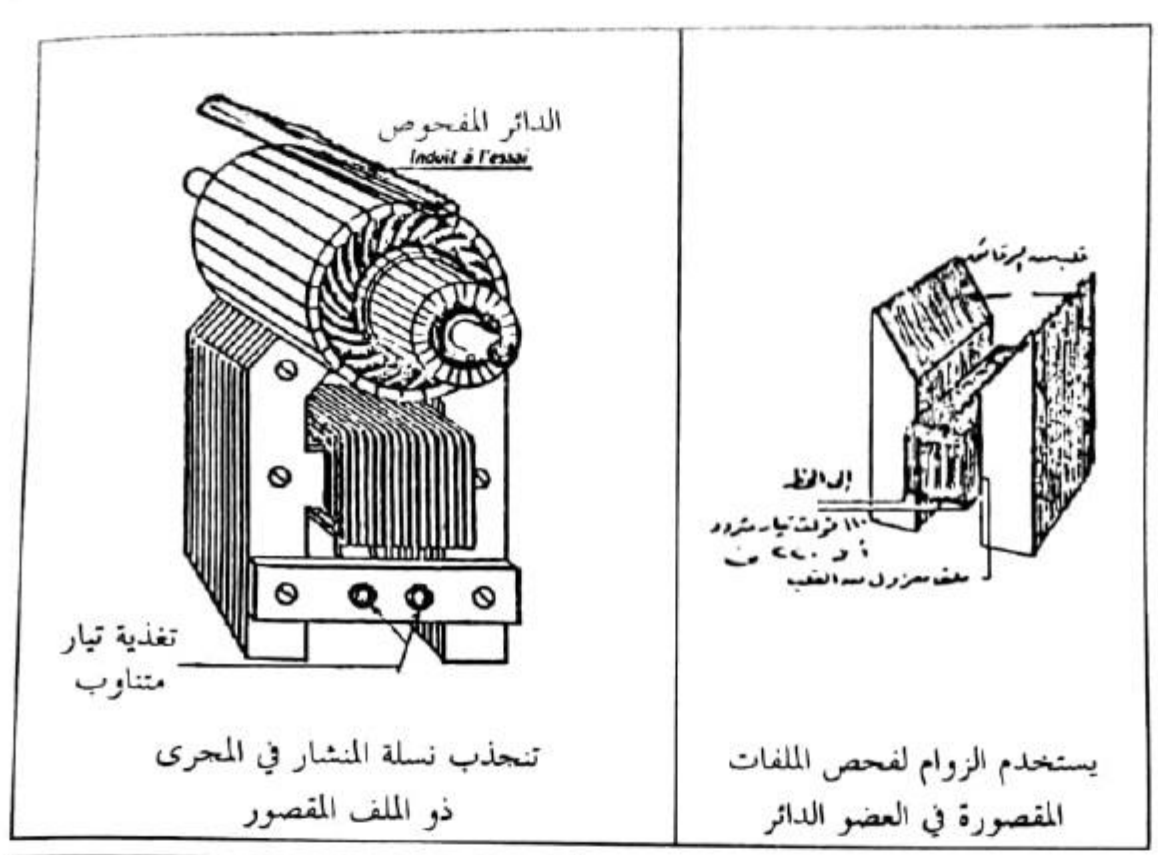
د ـ طريقة الزوام واختبار القصر:

وهذا الجهاز يدعى (مغنيتو) ويتألف من دارة مغناطيسية من صفائح حديد المحولات وهي مفتوحة من الأعلى بشكل حرف V يوضع عليها العضو الدائر الملفوف المطلوب فحصه، وفي الدارة المغناطيسية ملف يغذى بتيار متناوب كأنه ملف إبتدائي لمحول، وكل ملف في العضو الدائر يمثل ملف ثانوي. توضع مسطرة حديدية أو نسلة منشار مطابقة للمجرى العلوي للعضو الدائر فإذا تمغنطت وانجذبت المسطرة فيدل ذلك على وجود قصر في الملف الذي يمر في هذا المجرى ويعلم ثم يدار ليصبح المجرى الذي بعده في الأعلى ويفحص أيضاً بمطابقة المسطرة عليه وهكذا. ونجد أن وجود قصر في ملف واحد يؤدي لانجذاب المسطرة الحديدية في كلا المجرين الذين يحتويان هذا الملف المقصور.

ويمكن التأكد من سلامة الملفات أو وجود قصر أو قطع بقياس التوتر بين كل قطعتي مجمع أو أكثر وذلك بعد وضعه على الزوام على أن يتم القياس عندما تكون قطع المجمع في نفس موضع الانحراف لأن التوتر المتحرض يتغير حسب زاوية التدفق المغناطيسي بين فكي الزوام والملف الذي نقيسه.

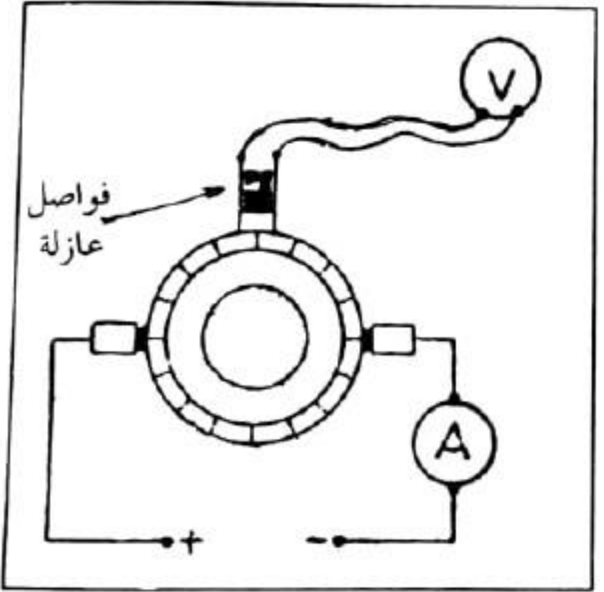


الاختبار بالزوام لتحديد مكان ملف متماس مع الأرض.



تنجذب نسلة المنشار في المجرى
ذو الملف المقصور

يستخدم الزوام لفحص الملفات
المقصورة في العضو الدائر



استخدام مقياس الفولت للكشف عن
القصر والانقطاع بعد تغذية المسفرتين
بتيار منخفض مستمر

هـ ـ طريقة الجهاز ذو السماعة أو مكبر الصوت:

هذا الجهاز وغيره قد يكون صغيراً ومناسباً ولكنــه غـير شـائع في الورشـات الصغيرة، ويتألف من مغناطيسين كهربائيين موضوعين على حامل غير مغناطيســي، يغذى الأول بتيار متناوب له تردد مـن (٥٠٠ إلى ٨٠٠ هرتـز) أمـا ملفـات الآخـر فتوصل إلى سماعة هاتفية.

لفحص الملفات يكفي وصل ملف المغناطيس الأول بتيار تردده (٥٠٠ هرتز) ثم تحرك الجهاز أمام ملفات العضو الدائر أو الثابت، فعند وجود قصر في ملف ما فإنه يتولد فيه تيار تحريضي ثم تحريض مغناطيسي ينتقل عبر ملف المغناطيس ومنه يظهر في السماعة بشكل صوت مميز. ويكفي تعليم المجرى الذي يحدث عنده الصوت.

سماعة Ecouteur

مغناطيسين كهربائيين Electro - aimants

جهاز فحص قصر الدارة بين الملفات مكون من مغناطيسين كهربائيين وسماعة موصولة بأحد الملفين والملف الآخر موصول بتيار ذو تردد صوتي

ويمكن استخدام هذا الجهاز أيضاً في فحص ملفات المحركات المتناوبة. يمكن استبدال السماعة بمكبر صوت صغير يفيد في نفس الاختبارات السابقة ويدعى (الفاحص الصوتي)، وهذه الأجهزة تفيد في سرعة الفحص والكشف. ويمكن استخدامها في آلات التيار المستمر وفي عضو الإستنتاج الدائر، ولكن يجب فك لحام أحد خطوط المجمع لفتح الدارة التي هي مغلقة على نفسها قبل القيام بالاختبار. وإذا كان المتحرض ذو دارات تفرعية متعددة فيجب فتح كل دارة تفرعية قبل الفحص.

و ـ الفحص بالجهاز ذو الشاشة الإلكترونية:

وهذا الجهاز أكثر دقة وتعقيداً، يستخدم في الشركات التي تصنع المحركات والآلات الكهربائية نظراً لإرتفاع ثمنه، يعتمد مبدؤه على توليد نبضات ترددها (٥٠ هرتز) تطبق على ملفات الآلة التي تحت الإختبار ويتصل بشاشة ذات الأشعة المهبطية (كجهاز راسم الإشارة) فتظهر على الشاشة منحنيات تختلف حسب وجود العطل وطبيعته في الملفات كوجود إنقطاع أو قصر أو خطأ في التوصيل أو ملفات معكوسة أو تماس مع الملفات أو مع الجسم المعدني، فلكل عطل منحني مميز على الشاشة.

صيانة وإصلاح المجمع والفحمات في المحرك:

المجمع:

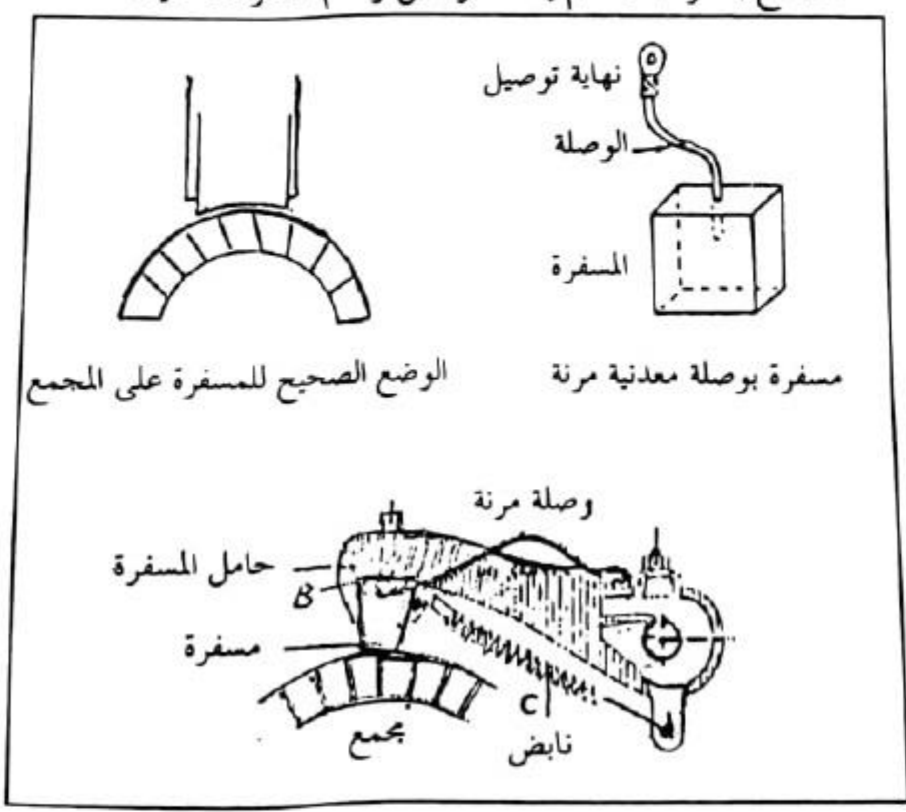
يتعرض المجمع للشرارات الكهربائية وترسب مسحوق الفحم بين قطعه ومن ثم خشونة وتشوه سطحه وقد تنفصل إحدى قطع المجمع من مكانها.

ويعجل في حدوث الأعطال زيادة ضغط الفحمات على المجمع أو استخدام فحمات قاسية. أو نابض ذو ضغط غير مناسب ويتطلب عمل الصيانة ما يلي:

١ ـ تنظيف المجمع من ذرات الفحم بإزالته جيداً من بين القطع بواسطة مشرط حاد رفيع أو بطرف إبرة ثم تنظيفه بمواد خاصة ويمكن استخدام البنزين أو الكحول.

٢ ـ تنعيم وصقل سطح المجمع بواسطة ورق سنبادج ناعم معدني (ورق صنفرة). وفي المجمع الكبير قد يلزم عمل خراطة سطحية رقيقة لمرة واحدة لإعادة السطح النحاسي للمجمع إلى وضعية جيدة.

ملاحظة: في حال تلف المجمع أو نزع إحدى قطعه فيجب تغيير العضو الدائر إذا كان المحرك صغير الاستطاعة. أما المحركات الكبيرة فإنه يمكن تبديل المجمع بآخر جديد ثم إعادة توصيل ولحام الأطراف عليه.



مسفرة بوصلة معدنية مرنة

الوضع الصحيح للمسفرة على المجمع

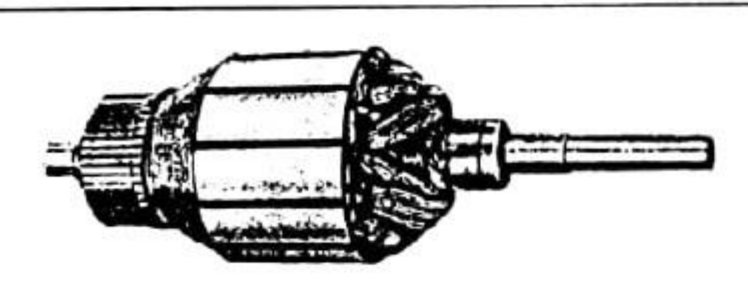
الفحمات:

عند تغيير الفحمات يجب الحصول على نفس القياس والقساوة وغيرها ويفضل التعامل مع وكيل الشركة المنتجة للحصول على نفس النوع المطلوب تماماً. وإذا تعذر ذلك فنستخدم القياس الذي يساويه أو يكبره قليلاً من شركات أخرى.

عند إعادة الفحمات يجب أن يكون لسطحها الملامس للمجمع شكل قوس مطابق له، ولتحقيق ذلك في فحمات غير الوكالة يوضع على محيط المجمع ورق سنبادج سطحه الخشن إلى الأعلى ثم نحك الفحمة على سطح السنبادج حتى يتشكل القوس المناسب مما يقلل من تآكل الفحمة ويضعف الشرارات الناتجة ويحسن تلامس الفحمات مع المجمع.

اللف العملي للعضو الدائر للمحركات العمومية:

إن المحركات الصغيرة المستخدمة في الأدوات المنزلية ـ خلاط ـ فرامة ـ مولينكس ـ مكنة ـ مثقب محمول، قد صنعت غير مهيأة لإعادة لفها بل يبدل الجزء المتعطل من قبل وكالته بجزء جديد آخر، وخاصة العضو الدائر أو العضو الثابت مع ملفاته وننصح بعدم إعادة اللف إلا إذا تعذر استبداله بجديد، وكان الجهاز غالي الثمن ليس فيه أعطال أو عيوب أخرى، وكذلك إذا كان إجراء عملية الإصلاح تطيل عمر الجهاز زمناً مناسباً كافياً.



عضو دائر لمحرك عمومي ملفوف ١٢ مجرى
بشكل ضلعين في المجرى ـ ويلاحظ حزم نهاية الملفات
على المجمع بخيط لمنع تخلخلها بتأثير القوة الطاردة المركزية

ومن شروط إعادة لف العضو الدائر الملفوف المتعطل ما يلي:

١ ـ أن يكون مجمعه بحالة جيدة أو يمكن استبداله بآخر جديد.

٢ ـ أن يكون ثمن الجهاز يستأهل اللف وكلفته.

٣ ـ أن نضمن عمل الجهاز لزمن طويل وفي حالة جيدة بعد إعادة لفه.

٤ ـ أن نستطيع تحقيق توازن العضو الدائر بعد لفه ليدور بأقل صوت وبحركة متزنة.

وطريقة اللف تكون إما بلفافة آلية أو بتشكيل الملفات ثم تنزيلها، أو اللف يدوياً بتمرير السلك في المجرى لفة بعد لفة وهذا هو الشائع غالباً.

وتستخدم طريقة الخطوة القصيرة في الملفات لتجنب تقارب جوانب الملفات مع المحور مما يقلل من حجم رؤوس الملفات كثيراً وكذلك من حجم ووزن الملفات بمقدار ٢٠٪ عن الخطوة القطبية الكاملة.

مثال: عضو دائر لمحرك قطبين عدد مجاريه ٢٤ مجرى.

الخطوة القطبية الطبيعية الكاملة $\frac{٢٤}{٢}$ = ١٢ أي خطوة اللف ١ ـ ١٣

الخطوة القطبية القصيرة = ١٢ × ٠,٨ = ٩,٦ أي ١٠ وخطوة اللف ١ ـ ١١

تسجيل معلومات اللف:

وهذه الخطوة مهمة جداً لأن أي خطأ في أخذ المعلومات أو عدم إعادة تنفيذها بدقة تجعل اللف غير مجد وقد لا يدور المتحرض أو يحدث شرارات قوية تحت المسفرات ويعود للاحتراق بسرعة، ويكون عزم دورانه ضعيفاً. وهذه المعلومات هي:

عدد الأقطاب وأغلبها ٢ قطب ـ عدد المسفرات وأغلبها ٢ مسفرة ـ عدد مجاري الدائر ـ عدد قطع المجمع ـ خطوة اللف (التنزيل) ـ خطوة الموحد ـ نوع اللف انطباقي ـ تموجي (بسيط أو مضاعف) ـ قطر الدائر ـ طول المجرى ـ عرض الفحمة ـ رسم مخطط التوصيل بين المتحرض والمحرض ـ رسم المخطط الكلي للمتحرض.

طرق لف العضو الدائر للمحركات الصغيرة:

١ ـ اللف بطريقة (الأنشوطة) ضلعين في المجرى.

٢ ـ اللف بطريقة (الأنشوطة) عدة أضلاع في المجرى.

٣ ـ اللف بطريقة سلكين أو أكثر معاً.

٤ ـ اللف بطريقة الأنشوطة بخطوة (٧) (الملفات المتتابعة).

٥ ـ اللف بطريقة الملفات المتوازية (المتناظرة).

١ ـ اللف بطريقة (الأنشوطة) ضلعين في المجرى:

وبهذه الطريقة تبرز مساوىء الملفات غير المتساوية والتي لا تحقق توازن الدائر من الناحية الميكانيكية أو الكهربائية (لأن المقاومة الأومية تختلف بين ملف وآخر) وذلك لأن كل ملف يتزايد محيط لفاته عن الذي تحته وبالتالي يزداد وزنه ومقاومته، ورغم ذلك تستخدم هذه الطريقة ولها نوعان هما:

أ ـ التقدم باتجاه اليد اليمنى.

ب ـ التقدم باتجاه اليد اليسرى.

ويجب اتباع الطريقة التي كان عليها اللف السابق تماماً.

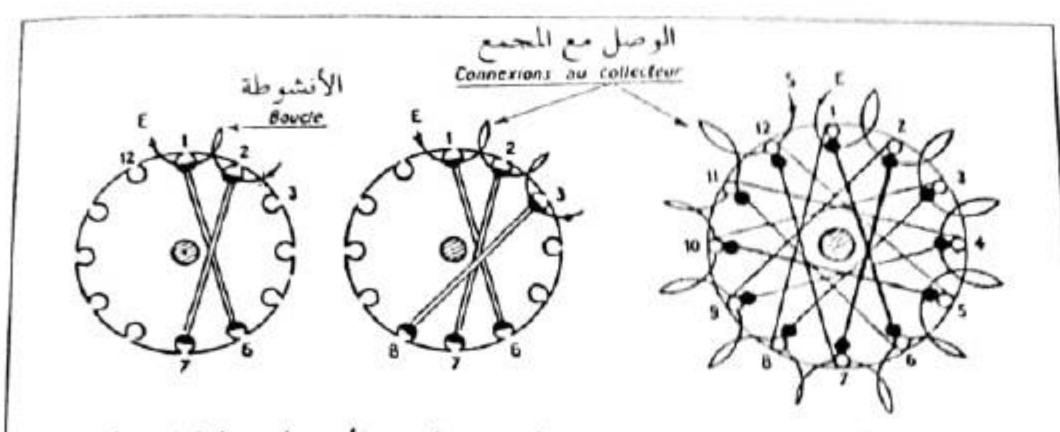
قبل عملية اللف يجب عزل طرفي اسطوانة الدائر بكرتون بريسبان سماكة (٠,٦ ـ ١ مم) وكذلك يعزل محور الدائر وخاصة في منطقة تلامس جوانب الملفات. وكذلك تعزل المجاري بالكرتون المناسب مع تحقيق ثني الكرتون في الطرفين لمسافة محددة مناسبة وذلك لحصر وتقوية العازل.

ونبدأ اللف بأسلاك نحاسية معزولة بالورنيش أو القطن أو غيره كما في اللف الأصلي. ويتحقق كامل اللف دون قطع السلك وذلك بربط طرف السلك على المجمع بشكل أنشوطة، وتحقيق خطوة اللف داخل المجاري ثم ربط كل طرف بطول مناسب لبعد قطعة المجمع بما يكفي لوصله ولحامه معها بعد ذلك.

ويوصى بعزل أطراف الملفات بإدخال قطعة تيب عازل في كل طرف لمنع حدوث قصر دارة محتمل بين الملفات أو الأطراف.

وبعد تحقيق اللف في جميع المجاري بنصف عدد النواقل في المجرى نتمم اللف ليتحقق ضلعين في كل مجرى كما في الشكل.

في أغلب المحركات الصغيرة تربط الأطراف الواصلة إلى المجمع بخيط حيث يبدأ لفه قبل الانتهاء من الملفات الأخيرة ثم يلف الخيط بإحكام في نهاية اللف، وذلك لمنع تفكك الأطراف بتأثير القوة الطاردة المركزية عند الدوران السريع للدائر.

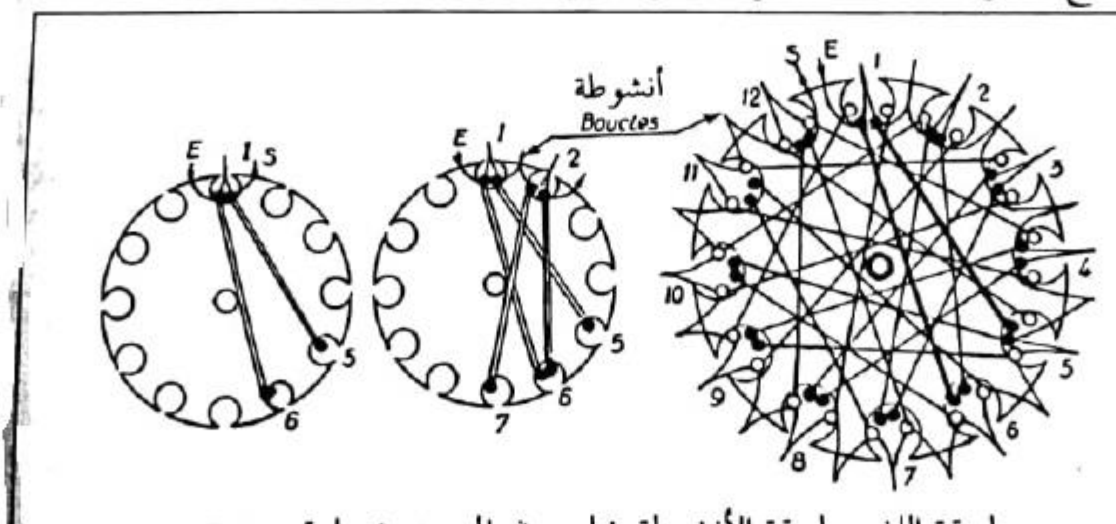


لف الدائر لمحرك عمومي قطبين ضلعين في المجرى بطريقة الأنشوطة بخطوة قصيرة ١-٦
بعد وضع نصف نواقل المجرى في كل مجرى ننتقل للمجرى الذي بعده

٢ ـ اللف بطريقة الأنشوطة عدة أضلاع في المجرى:

وهذا اللف ينفذ كما في اللف السابق ولكن توزع اللفات المتواجدة في مجرى واحد لتصبح ملفين أو ثلاثة أو أكثر.

بعد وضع لفات الملف الأول تشكل أنشوطة، ثم نكمل اللف داخل نفس المجرى بالملف الثاني ثم نضع أنشوطة في آخره وهي بداية للملف الثالث إذا كان اللف بثلاثة أضلاع في المجرى، وإذا كان اللف بضلعين فقط تكون الأنشوطة الأخيرة بداية لملفات المجرى الذي بعده وهكذا. وهذه الطريقة تتطلب أن يكون عدد قطع المجمع مضاعفاً لعدد المجاري، وبصورة عامة يجب أن يكون عدد قطع المجمع مساوياً لعدد الملفات في العضو الدائر.



طريقة اللف بطريقة الأنشوطة ضلعين في المجرى (خطوة موزعة)
لدائر صغير ١٢ مجرى ٢ قطب الخطوة القطبية الكاملة
$\frac{١٢}{٢}$ = ٦ ـ الخطوة القصيرة ٦ × ٠,٨ = ٥ أي (١ ـ ٥) و (١ ـ ٦) للأكبر

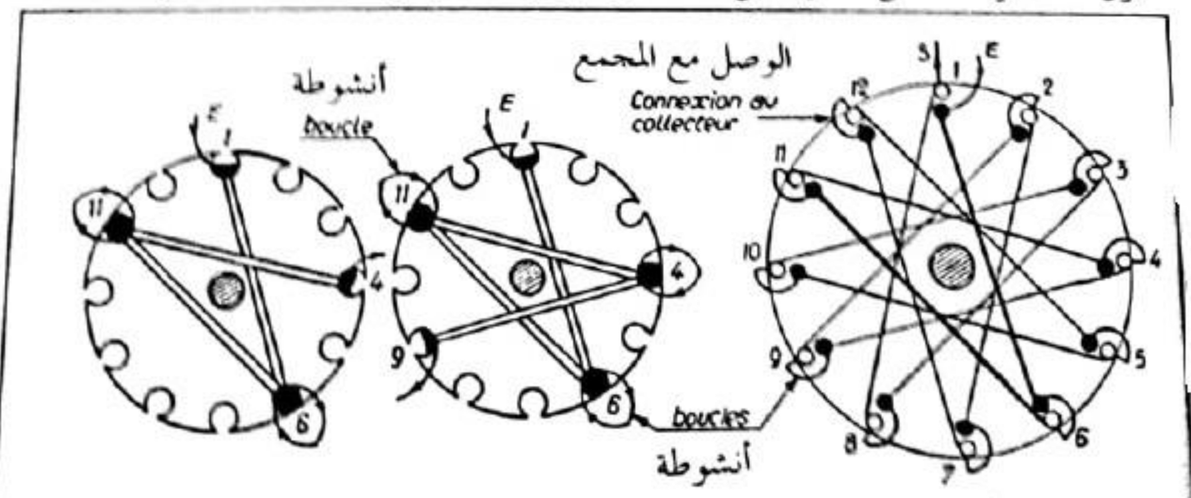
٣ ـ اللف بسلكين أو أكثر معاً:

لتنفيذ هذه الطريقة يلف على قضيب خشبي أو معدني دائري ملفوف أو ثلاثة أو أكثر من نفس السلك. ثم تجمع الطرفين أو الثلاثة أطراف لهذه الملفات مع بعضها البعض وتلف كلها معاً في نفس المجرى. ويجب تحقيق شد جميع الأسلاك أثناء عمل الأنشوطات وتعليم البدايات والنهايات للملفات بعد قطع نهاية الأطراف لتحديد نهاية كل ملف. ويستخدم غمد قطني ملون بلون للبدايات ولون مختلف للنهايات، وأثناء الوصل مع المجمع يفضل استخدام مصباح (سيري) لتحقيق الوصل التسلسلي للملفات كل مجرى والتأكد من ذلك قبل الوصل واللحام.

٤ ـ اللف بطريقة الأنشوطة بخطوة V (الملفات المتتابعة):

تمتاز هذه الطريقة باستخدامها عندما تكون المسافة بين المحور وقعر المجرى قصيرة فتتوضع رؤوس الملفات الخلفية بشكل أسهل على الطرف الخلفي لأسطوانة الدائر.

وتنفذ هذه الطريقة بالإنتقال بعد انتهاء الملف الأول وقص السلك أو عمل أنشوطة إلى المجرى الذي يلي المجرى المجاور فيترك بذلك مجرى فارغاً يملأ في حينه مع مراعاة اتجاه تقدم اللف نحو اليمين أو اليسار كما كان سابقاً. ويظهر تطور اللف في الشكل الذي يمثل لف دائر ذو (١٢ مجرى) بخطوة (١ ـ ٦).



اللف بطريقة الأنشوطة خطوة V (الملفات المتتابعة) لدائر صغير ١٢ مجرى الخطوة الكاملة ٦ الخطوة الصغيرة المنفذة ٥ أي (١ ـ ٦) ـ نبدأ بالمجرى (١ ـ ٦) بنصف نواقل المجرى ثم المجرى (١١ ـ ٤) مما يعطي ملفات متتابعة ثابتة

ويجب مراعاة تعليم وتمييز الأطراف بغمد قطني أو تيب عازل ملون بلونين (أحمر وأصفر) مثلاً، ففي كل أنشوطة يوضع قطعتان من العازل الملون (أحمر للبدايات وأصفر للنهايات مثلاً).

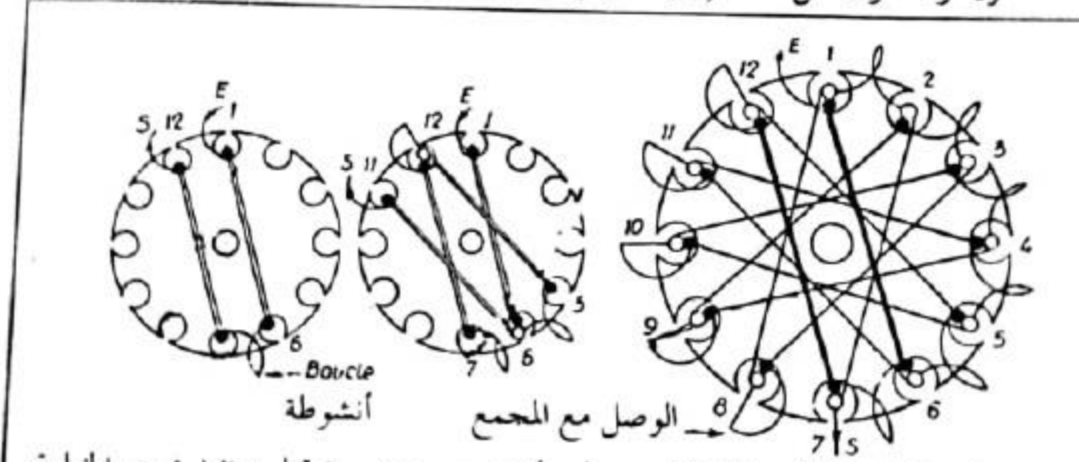
وهذه الطريقة يمكن تنفيذها مهما كان عدد المجاري وهي عملياً مستخدمة في بعض المولدات القديمة في السيارات لأن التوتر فيها ضعيف (٦ ــ ١٢ف) مما لا يتطلب وضع عوازل بين الملفات الأمامية مما يقلل من حجم رؤوس الملفات.

٥ ـ اللف بطريقة الملفات المتوازية (المتناظرة):

وتنفذ بلف كل ملفين متقابلين معاً مما يحقق جودة عالية في التوازن الميكانيكي. كما أن المقاومة الأومية لكلا الملفين واحدة وهذا ما يجعل توزيع مقاومة الملفات أفضل من الطرق السابقة، لأن الملفات فيها يختلف طول سلكها عن الملف المجاور له فيختلف في الوزن والمقاومة بفرق بسيط ولكنه مهم جداً في دوران العضو الدائر.

وهذا اللف يتحقق بعمل أنشوطات أو بدونها، وفي الحالة الثانية يقطع السلك بعد تنفيذ كل ملف ثم يدخل غمدين مختلفي اللون في الأطراف. لون يميز البداية ولون آخر يميز النهاية.

ويكون طول كل غمد (تيب عازل) مساوياً للمسافة بين المجمع واسطوانة الدائر.



طريقة لف الدائر بالملفات المتناظرة وهو لمحرك عمومي صغير ٢ قطب ١٢ مجرى الخطوة (١ ـ ٦) قصيرة. نضع نصف نواقل الملف ١ ـ ٦ ثم ننتقل إلى ملف ٧ ـ ١٢، اتجاه التقدم من اليمين إلى اليسار الخط E و S بينهما ١٨٠° يوصلان معا إلى قطعة مجمع

تثبيت الملفات داخل المجاري:

بعد انتهاء عملية لف العضو الدائر يفضل وضع عازل كرتوني يغطي الملفات، ثم ننزل خوابير خشبية أو من الفيبر في أعلى كل مجرى لحصر الملفات ومنع خروجها وخاصة عند الدوران السريع الذي ينشأ عنه قوة نابذة (طاردة) مركزية تحاول دفع اللفات خارج المجاري.

توصيل الأطراف مع قطع المجمع:

إن تحديد مكان توصيل الأطراف على المجمع مهم جداً [illegible] معلومات اللف والتوصيل كما ذكرنا سابقاً وهي [illegible] الفحمات ومحور الأقطاب أو محور الجيوب، [illegible] الفحمات أقل ما يمكن وتكون كفاءة المحرك أو الآلة في أفضل [illegible] الأطراف مع المجمع ثلاث وضعيات وهي:

١ ـ وصل الأطراف في منتصف خطوة اللف أو على استقامة المجرى الذي يخرج منه الطرف.

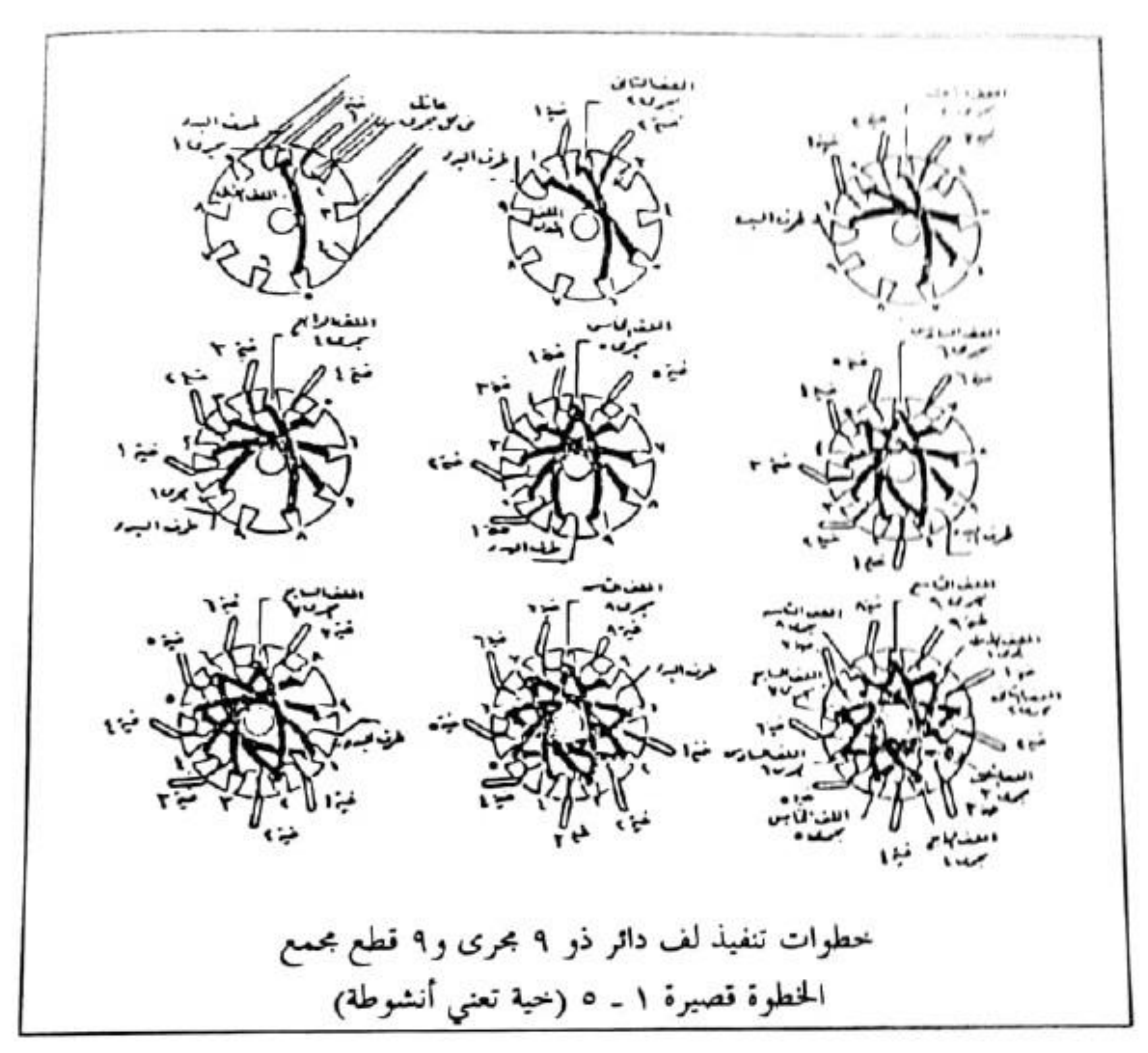
٢ ـ وصل الأطراف إلى يمين الملف وذلك بأن نمسك بالدائر واتجاه المجمع قريبة منا، مع مراعاة عدد قطع المجمع التي يزاح عنها.

٣ ـ وصل الأطراف إلى يسار الملف بعدد معين من قطع المجمع.



العضو الدائر لمحرك عمومي صغير أثناء اللف وقبل توصيل الأطراف مع المجمع ويحتوي على ١٢ مجرى ٢ قطب

تحدد قطعة المجمع التي سيوصل إليها الطرف بأن نضع مسطرة أو خيط بين مجرى بداية الملف والمجمع وبشكل مستقيم مساير للمجرى تماماً ونضع علامة على قطعة المجمع هذه ثم نعد نحو اليمين أو اليسار عدد القطع التي يزاح عنها. نبدأ بتحديد أول بداية على المجمع ونصلها أو نلحمها في المكان الصحيح في المجمع ونتمم العمل بوضع النهاية على القطعة التي بعدها إذا كان اللف انطباقي بسيط، وإذا كان اللف انطباقي مزدوج نترك قطعة مجمع فارغة ونضع النهاية بعدها.



خطوات تنفيذ لف دائر ذو ٩ مجرى و٩ قطع مجمع
الخطوة قصيرة ١ ـ ٥ (خية تعني أنشوطة)

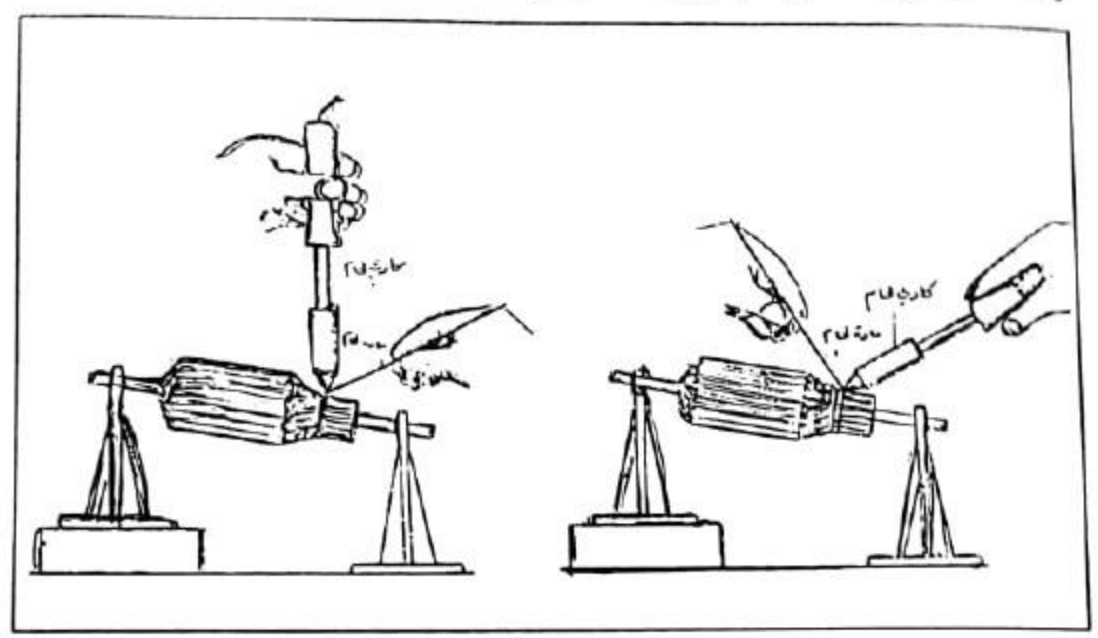
لحام الأطراف:

يقطع كل طرف بطول مناسب للمسافة حتى قطعة المجمع التي سيلحم بها مع ترك زيادة بسيطة تحميه من الإنقطاع أو التخلخل عند لف الخيط على الأطراف لتثبيتها ومنعها من التفكك بسبب القوة الطاردة المركزية.

ينظف كل طرف من الورنيش ولمسافة مناسبة ويفضل إدخاله داخل تيب عازل إذا لم يكن موجوداً عند تعليم الأطراف، يستخدم الكاوي في لحام الأطراف مع المجمع بواسطة القصدير، ويمكن استخدام معجون لحام لمساعدة القصدير على تحقيق اللحام الجيد وينظف ما قد يكون من مواد غريبة في مكان اللحام.

ويمكن إجراء عملية اللحام بتحمية مكان اللحام ثم غطسه في بوتقة قصدير منصهر ليلامس اللحام المنطقة المحددة فقط.

يجب الانتباه من تجاوز اللحام (القصدير) المكان المحدد أو تشكيل كتلة نصل بين قطعتي بجمع فتجعل ملف أو أكثر مقصوراً مما يرفع حرارته ويلغي عمله ويفسد في دوران المحرك وعزم إقلاعه وسرعته..



طريقة لحام الأطراف مع المجمع باستخدام كاوي كهربائي وسلك قصدير لحام.

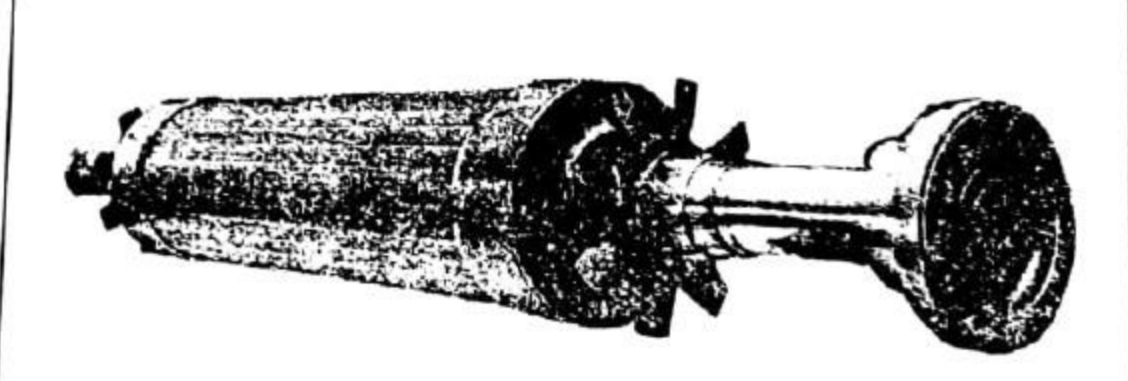


الفصل التاسع

المنـوبـات

المنوبة: هي آلة كهربائية تحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية وتولد تياراً متناوباً AC ~ . فهي تشبه في شكلها الخارجي المحرك ولكنها تقوم بعكس عمله. فعند دوران محورها تعطي ملفاتها التيار الكهربائي.

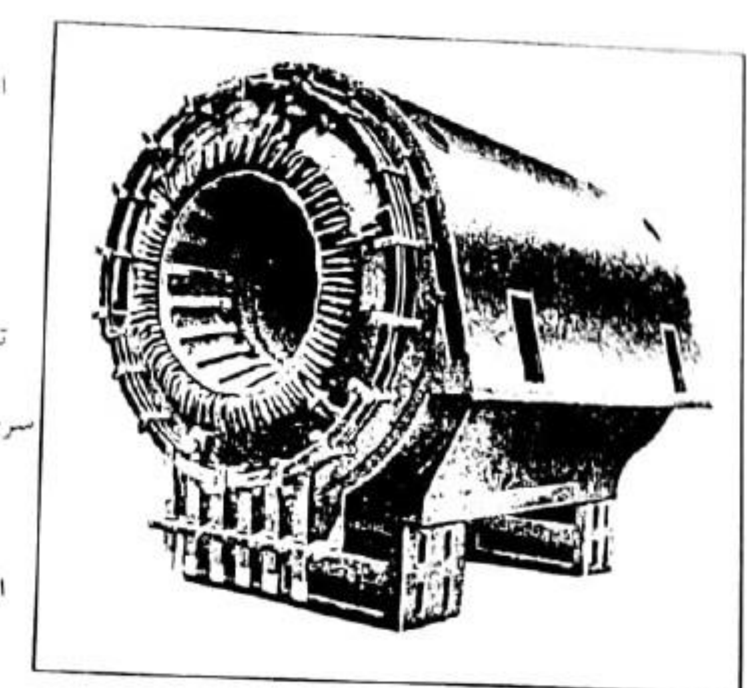
وطرق تشغيل المنوبة تتنوع حسب ما يتوفر من مصادر وحسب استطاعة المنوبة وهي تشبه المولد (المستمر) في أجزائها ومبدأ عملها مع اختلاف قليل بينهما. وأهم مصادر الطاقة هي مساقط المياه ـ الشلالات ـ السدود وتليها قوة البخار كما في المحطات الحرارية (البخارية)، ويمكن الاستفادة بالرياح وحركة مياه البحر والأمواج والطاقة الذرية لتسخين المياه وتوليد البخار. وعند عدم توفر مصادر رخيصة الكلفة ومناسبة تستخدم محركات الديزل أو الغاز..



العضو الدائر لمنوبة استطاعتها ٢٥٠٠٠ ك ف أ

٣٠٠٠ د/د ويلاحظ وجود حزام تثبيت أطراف الملفات من كل جانب.

والملفات من بارات نحاسية داخل المجاري مثبتة بشكل جيد



العضو المتحرض الثابت
لمنوبة ثلاثية
٥٠ ميغا فولت أمبير
تعمل على توربين بخاري
سرعتها ١٥٠٠ أو ٣٠٠٠د/د
ويشاهد ٦ أطراف
النهايات لمخرج التوصيل

أهمية التيار المتناوب:

إن الغالبية العظمى من الطاقة الكهربائية تولد بشكل تيار متناوب لما له محاسن وميزات من النواحي الفنية والإقتصادية والعملية تفوق التيار المستمر وأهمها:

١ ـ يمكن رفع أو خفض التيار المتناوب بواسطة المحولات لضرورة نقله إلى مسافات بعيدة ويصعب ذلك في التيار المستمر.

٢ ـ كلفة توليده أقل.

٣ ـ آخذات التيار المتناوب والمحركات أقل كلفة وأعطالاً.

٤ ـ يمكن تحويل التيار المتناوب إلى مستمر (عملية التقويم) بعناصر بسيطة وقليلة الكلفة وهي الثنائيات الجافة أو غيرها. بينما تحويل المستمر إلى متناوب يتطلب أجهزة ودارات إلكترونية معقدة ومكلفة وكثيرة الأعطال وتدعى (أنفرتر). إضافة لميزات أخرى.

أنواع المنوبات:

تتنوع المنوبات حسب ما يلي:

١ ـ حسب إستطاعها وتقاس بالفولت أمبير (VA) أو الكيلوفولت أمبير (KVA) فمنها الصغير الاستطاعة والمتوسط ومنها الكبير جداً وتقاس بالميغافولت أمبير (MVA).

٢ ـ حسب نوع التيار أحادي أو ثلاثي ~¹ - ~³.

٣ ـ حسب التوتر (منخفض ـ متوسط ـ عالي).

٤ ـ حسب تغذية المحرض ـ تغذية ذاتية ـ تغذية خارجية.

٥ ـ حسب تردد التيار المتولد، والمستخدم عملياً حسب نظام تردد الشبكة ٥٠هرتز (سيكل) ذبذبة/ثانية أو ٦٠ هرتز.

٦ ـ حسب سرعة الدوران، سريعة (١٠٠٠ ـ ٣٠٠٠ د/د)، متوسطة السرعة (٥٠٠ ـ ٧٥٠ د/د)، بطيئة (٧٥ ـ ٣٧٥ د/د).

مبدأ المنوبة:

يعتمد على مبدأ توليد التيار التحريضي في ناقل أو ملف إذا قطع مجالاً مغناطيسياً، أي أن عناصر توليد التيار التحريضي هي:

ـ ملف أو ناقل.

ـ تحريض مغناطيسي.

ـ حركة أحدهما قرب الآخر.

والتيار المتناوب له منحنى جيبي يدعى منحنى التيار المتناوب (راجع مبدأ توليد التيار في فصل سابق).

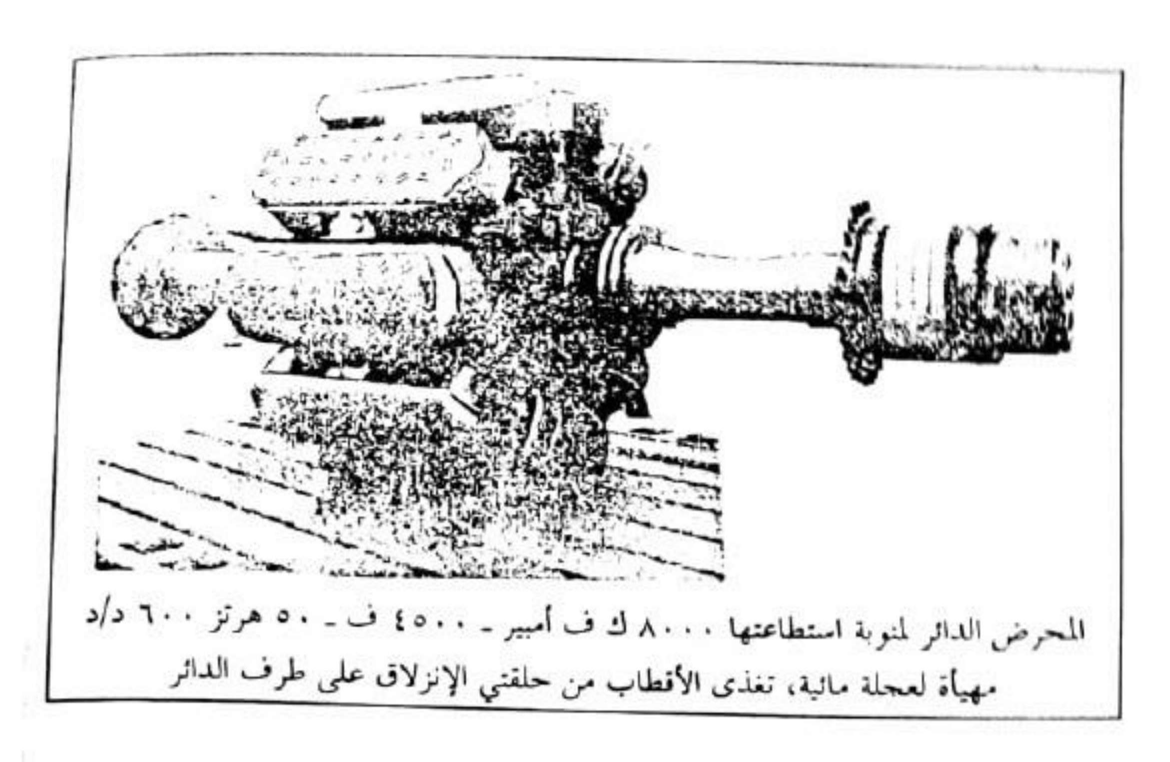
أقسام المنوبة:

١ ـ المحرض وهو العضو الذي يعطي التحريض المغناطيسي وهو مغناطيس طبيعي أو كهربائي غالباً، وقد يكون المحرض هو الثابت أو الدائر.

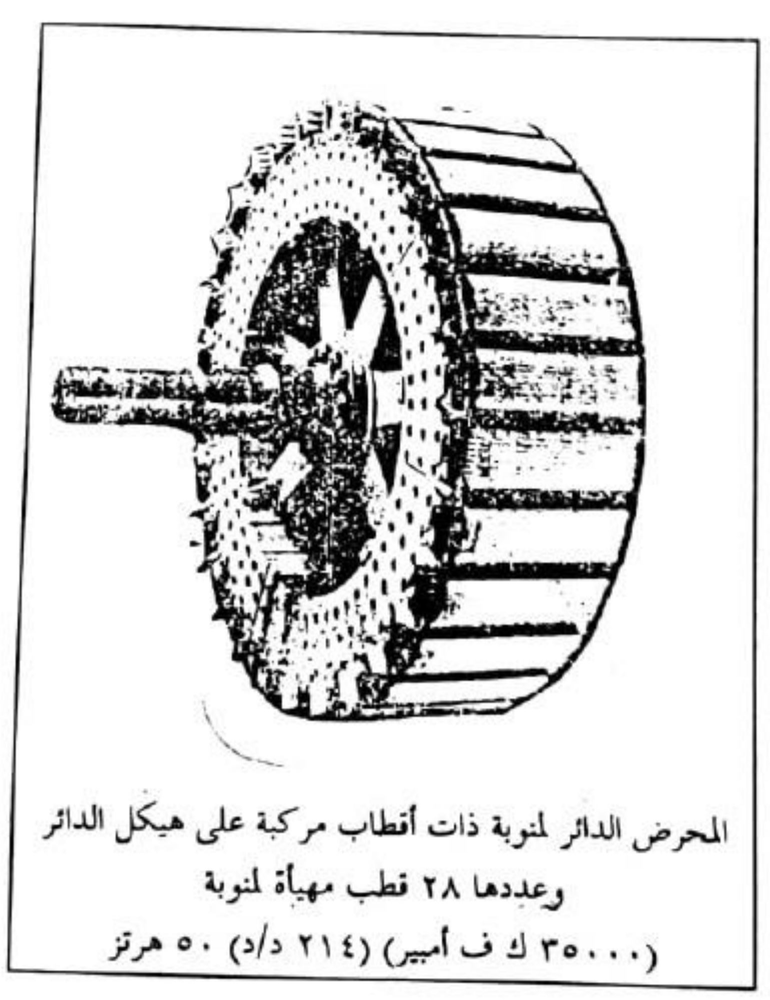
أ ـ مغناطيس دائم ذو قطبين في المنوبات الصغيرة جداً.

ب ـ مغناطيس كهربائي من أنواع الفولاذ داخل ملف يغذى بالتيار المستمر من مدخرة أو مولد صغير يدور مع محور المنوبة أو ذو تغذية ذاتية عن طريق دارة تقويم.

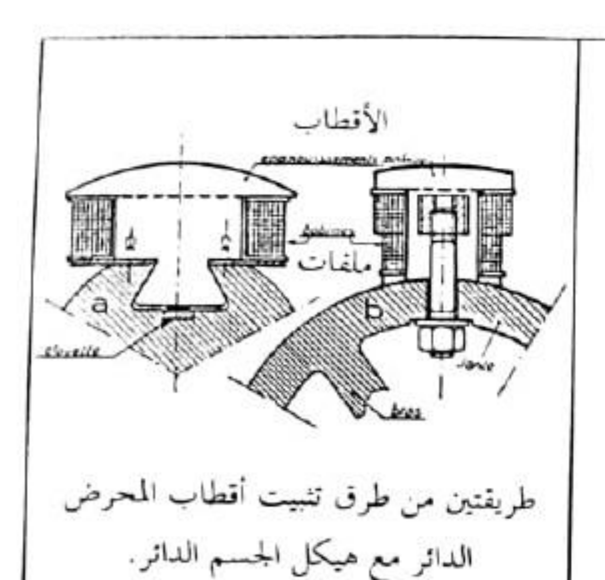
وإذا كان المحرض هو الدائر فإن تغذيته تتم عن طريق حلقتي انزلاق ومسفرتين مثل منوبة السيارة.



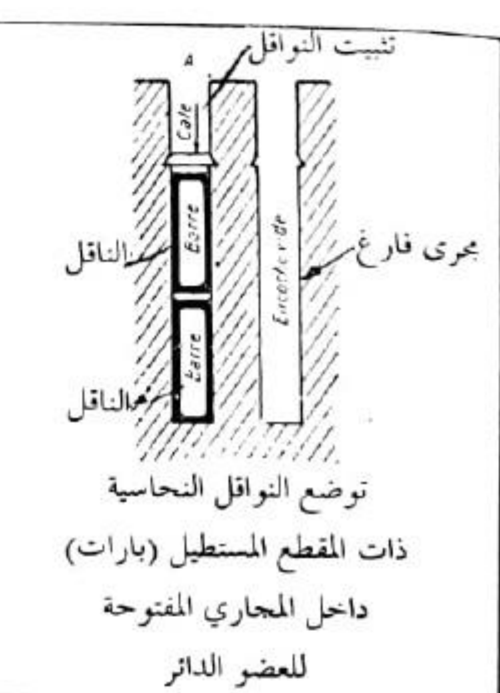
المحرض الدائر لمنوبة استطاعتها ٨٠٠٠ ك ف أمبير - ٤٥٠٠ ف - ٥٠ هرتز ٦٠٠ د/د
مهيأة لعجلة مائية، تغذى الأقطاب من حلقتي الإنزلاق على طرف الدائر



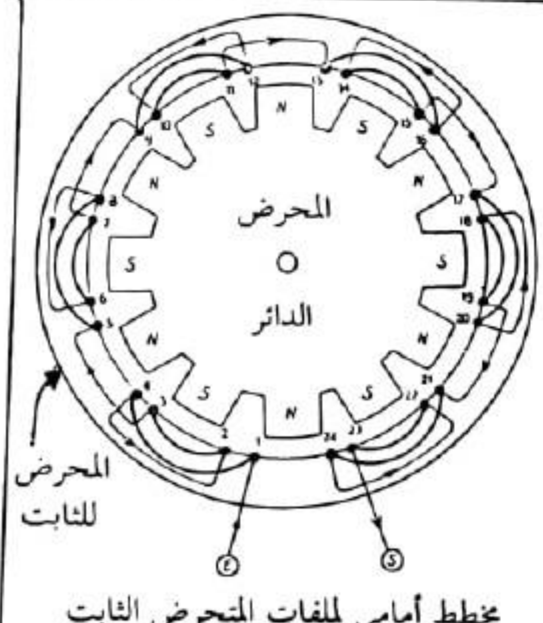
المحرض الدائر لمنوبة ذات أقطاب مركبة على هيكل الدائر
وعددها ٢٨ قطب مهيأة لمنوبة
(٣٥٠٠٠ ك ف أمبير) (٢١٤ د/د) ٥٠ هرتز

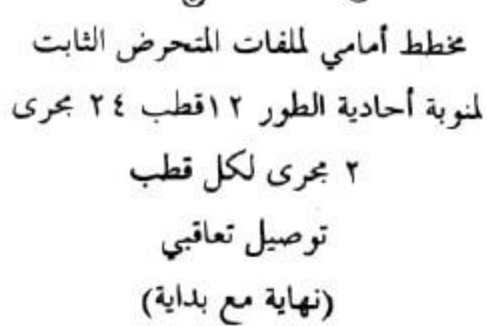


طريقتين من طرق تثبيت أقطاب المحرض الدائر مع هيكل الجسم الدائر.
وعلى كل قطب ملف يغذى بالتيار المستمر لتكوين التحريض المغناطيسي

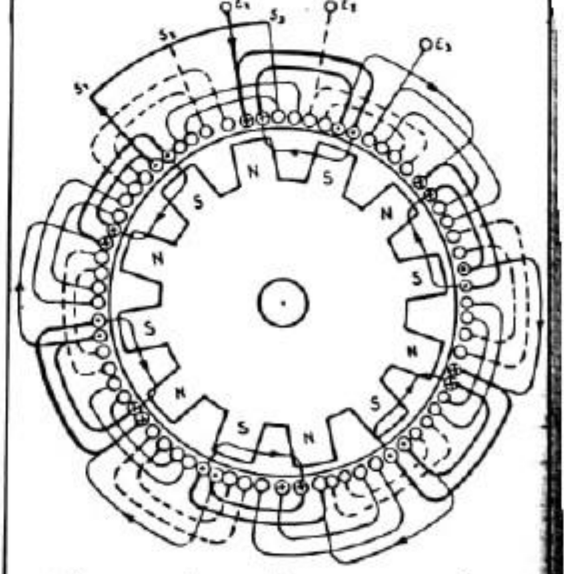


توضع النواقل النحاسية ذات المقطع المستطيل (بارات) داخل المجاري المفتوحة للعضو الدائر





مخطط أمامي لملفات المتحرض الثابت لمنوبة أحادية الطور ١٢قطب ٢٤ مجرى ٢ مجرى لكل قطب
توصيل تعاقبي
(نهاية مع بداية)



مخطط أمامي (دائري) لملفات المتحرض الثابت لمنوبة ثلاثية الطور ١٢ قطب ٢ مجرى لكل قطب ويظهر توصيل ملفات طور واحد فقط والطورين الآخرين بنفس الطريقة توصيل النهايات نجمي وهي S3-S2-S1 البدايات هي E3-E2-E1

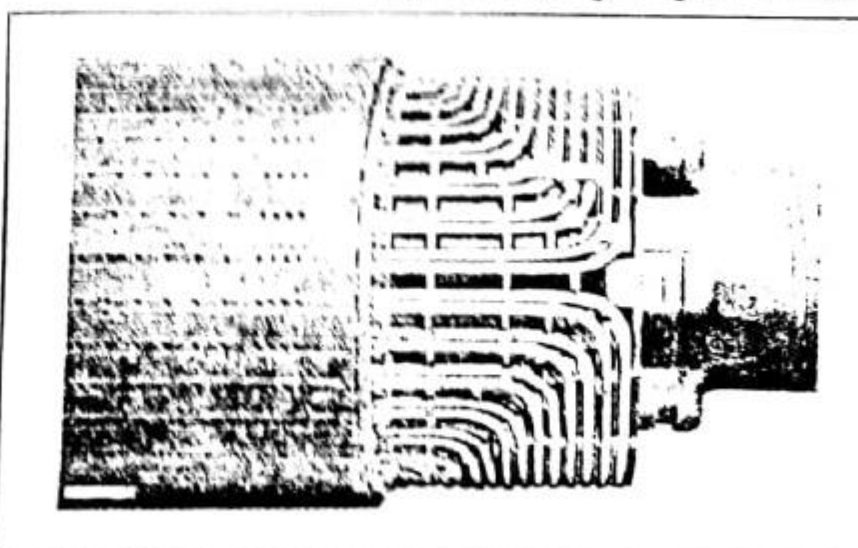
٢ ـ المتحرض وهو القسم الثابت غالباً، يتألف من عدد من الملفات الموصولة مع بعضها على التسلسل أو التفرع وتشبه ملفات ثابت المحرك التحريضي توضع داخل مجاري خاصة في دارة مغناطيسية من صفائح الحديد المغناطيسي ويتناسب توزيع المجموعات مع العوامل التالية:

١ ـ نوع المنوبة ثلاثية أو أحادية الطور، فالثلاثية تتألف من ثلاث مجموعات أو مضاعفاتها ويكون وصلها النهائي بشكل نجمي أو مثلثي Y/Δ في لوحة التوصيل الخارجية.

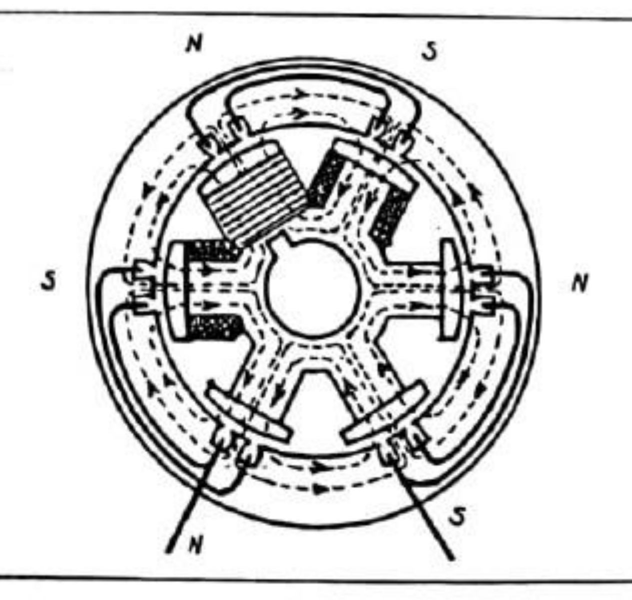
أما الأحادية فلها مجموعات متماثلة غالباً وعددها زوجي.

٢ ـ عدد أقطاب المحرض زوجي دائماً وله دور في سرعة المنوبة وترددها.

٣ ـ عدد مجاري الثابت لاختيار خطوة اللف المناسبة.



رؤوس ملفات العضو الدائر لمنوبة توربين قطبين ٧٢ ميغا فولت أمبير قبل وضع حزام إحكام الملفات لمنع تأثير الدوران



منوبة أحادية الطور ٦ أقطاب في الدائر (المحرض) ١٢ مجرى في المتحرض الثابت. ويظهر ثلاث ملفات في الدائر إثنان منها بشكل قطاع توضيحي

توتر المنوبة:

يتراوح توتر تغذية المحرض بين (٣٥ ـ ٢٥٠ فولت) تيار مستمر بينما يتراوح التوتر المتناوب المنتج بين (١١٠ف وحتى ٢٠٠٠٠ف) وأكثر وهناك منوبات كبيرة الاستطاعة يصل توترها إلى (٣٣ ك ف) لتوصل مباشرة إلى خطوط شبكة التوتر العالي.

وحديثاً فإن السيارات والآليات قد اتجهت إلى استخدام المنوبات بدل مولدات التيار المستمر القديمة. وتزود المنوبة بثنائيات لتقويم التيار تثبت مع جسم المنوبة وبذلك استغني عن المجمع وأعطاله واستبدل بحلقات الانزلاق الأقل أعطالاً. والتيار المتولد ذو توتر (١٢ ـ ٢٤ف) غالباً.

تردد المنوبة:

وهو عامل مهم في المنوبات. واستقرار التردد يتناسب مع استقرار سرعة الدوران ويمكن حسابه كما يلي:

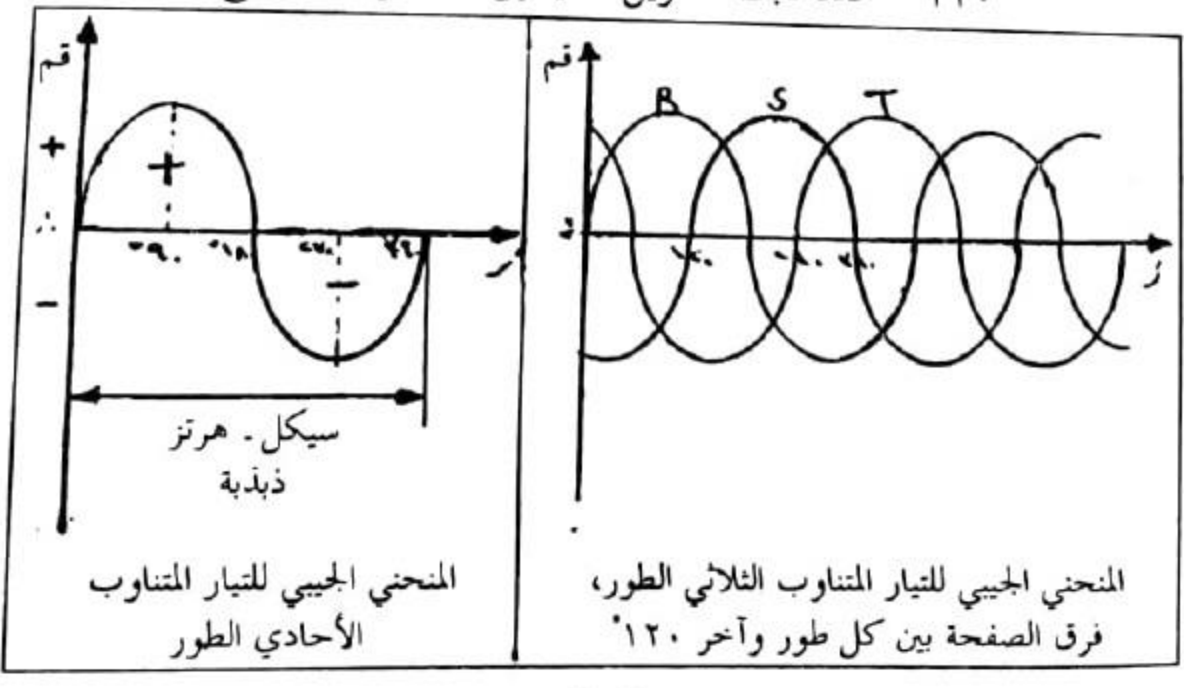
$$\text{التردد} = \frac{\text{السرعة} \times \text{عدد الأقطاب}}{120} \quad \text{أو} \quad \boxed{\text{ت} = \frac{\text{سر} \times \text{ط}}{120}}$$

حيث ت = التردد بالهرتز أو السيكل أو ذبذبة /ثانية

سر = سرعة دوران محور المنوبة دورة /دقيقة

ط = عدد أقطاب المنوبة وهو عدد زوجي دائماً

١٢٠ = عدد ثابت لتحويل الثانية إلى دقيقة وعدد أزواج الأقطاب



المنحني الجيبي للتيار المتناوب الثلاثي الطور، فرق الصفحة بين كل طور وآخر ١٢٠°

المنحني الجيبي للتيار المتناوب الأحادي الطور

ومنه يتبين أن زيادة السرعة ترفع التردد والعكس صحيح لذلك يجب إيجاد طريقة للمحافظة على السرعة رغم تغير الحمل على المنوبة بين ساعة وأخرى عن طريق التحكم بتغذية الآلة التي تدير المنوبة سواء كان عن طريق التحكم بكمية الماء التي تدير العجلة المائية أو بتغيير زاوية الموجهات أو كمية الماء إليها، أو بالتحكم بكمية البخار في التوربين البخاري، أو كمية الوقود في محركات الديزل أو الغاز...

وأما التحكم بالتوتر (الفولت) فيكون غالباً عن طريق التحكم بتيار التهييج الذي يغذي المحرض عن طريق مقاومات.

الدارات الإلكترونية في المنوبات الحديثة وتنظيم عمل المنوبة:

تزود المنوبات الحديثة بعدد من الدارات الإلكترونية وهي مرتبطة بالإشارات الواردة من المنوبة مثل التوتر ـ التردد ـ الحرارة وتقوم بالتحكم بتيار المحرض لضبط إرتفاع التوتر المنتج أو انخفاضه وخاصة مع تغير الحمل وسرعة المنوبة. كما أنها تتحكم بسرعة المنوبة بطريقة أو بأخرى.

ومن المعلوم أن العوامل المتغيرة في المنوبة هي:

أ ـ **تيار التحريض**: يؤدي إلى التحكم بتوتر المنوبة ضمن حدود معينة.

ب ـ **سرعة المنوبة**: تؤدي زيادة السرعة إلى زيادة التردد وارتفاع التوتر المتولد.

جـ ـ **حمل المنوبة**: كلما زاد الحمل الكهربائي تنخفض سرعة المنوبة لزيادة التحريض العكسي الذي يعمل عمل فرملة وإبطاء للسرعة، وبالتالي ينخفض التردد مما يتطلب زيادة تغذية آلية التحريك بالماء أو البخار أو الوقود ورفع تيار التهييج، وعند انخفاض الحمل بشكل تدريجي أو مفاجىء فيجب أن تتحرك هذه العوامل بسرعة لإعادة المنوبة إلى جهدها وترددها وسرعتها.

دارة تنظيم المنوبة في السيارة

استطاعة المنوبة:

تقاس بالفولت أمبير VA أو بالكيلو فولت أمبير KVA

وفي المنوبة الأحادية : الاستطاعة = التوتر × الشدة

وفي المنوبة الثلاثية : الاستطاعة = $\sqrt{3}$ × التوتر (بين فازين) × الشدة في خط واحد

وتعتبر المنوبات التي استطاعتها حتى (١٠ ك ف أ) منوبات صغيرة الإستطاعة، أما المنوبات الكبيرة فتصل إستطاعتها إلى أكثر من (١٠٠ ميغا فولت أمبير MVA) وقد يصل طول محورها إلى (٨ متر) وأكثر.

إن التردد المعتمد في أكثر الدول العربية هو (٥٠ هرتز) وكذلك في أوروبا وهو (٦٠ هرتز) في أمريكا ودول أخرى.

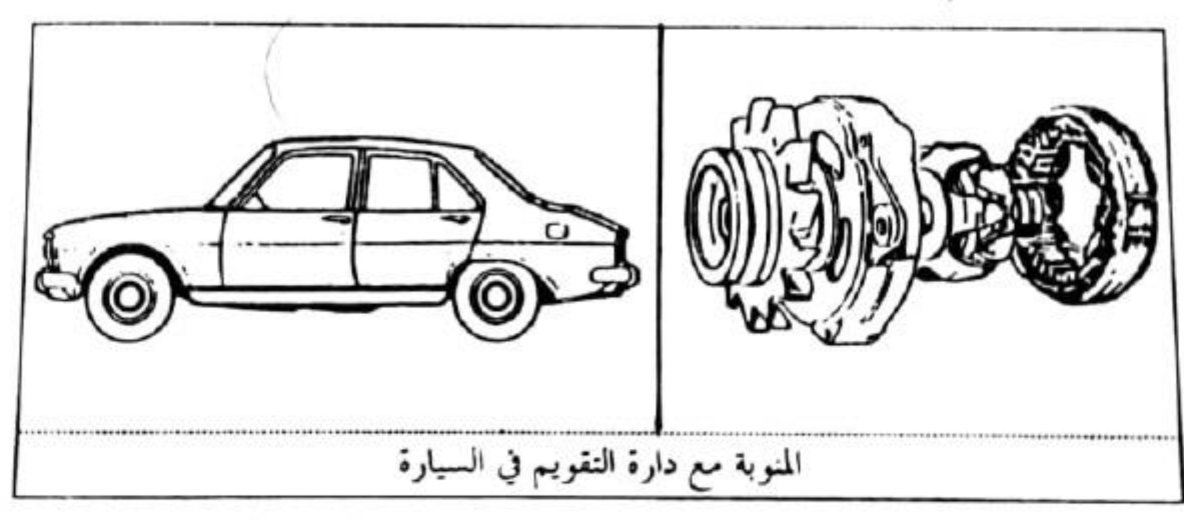
وكل منوبة قابلة للعكس إذ تصبح محركاً توافقياً يعمل على التيار المتناوب ويتم ذلك إذا غذيت أقطابها بالتيار المستمر لتوليد التحريض المغناطيسي ثم تدور بآلة تعطيها سرعتها الإسمية، ومن ثم توصل وتغذى بالتيار المتناوب، عند لحظة التوافق والذي يتحقق بوسائل متعددة. تستخدم المصابيح أو جهاز التوافق الإلكتروني وبذلك تدور بسرعة التزامن وتدعى المحركات التزامنية (أو التوافقية).

المنوبة الصغيرة في السيارة:

تستخدم لتأمين تيار شحن المدخرة وتشغيل الإضاءة وغيرها عند المسير. وكان قديماً يستخدم المولد الذي يعطي التيار المستمر مباشـرة بتوتـر (٦ ــ ١٢ ــ ٢٤ف) حسب اللزوم، والمنوبة تعطي التيار المتناوب ويدخل مباشرة إلى الثنائيات المثبتة على جسم المنوبة وعددها غالباً (٦ ثنائيات) لأن تيار المنوبة المنتج هو تيار ثلاثـي الطـور يقوم بالثنائيات إلى موجب وسالب.

تتألف المنوبة الصغيرة من:

١ ـ **محرض دائر**: يتألف من ملف واحد على طرفيه الأقطاب الفولاذية التي تتشـابك لتشكل في طرف أقطاباً شمالية وفي الطرف الآخـر أقطابـاً جنوبيـة. فبدورانهـا يتوالى مرور القطب الشمالي ثم الجنوبي ثم الشمالي وهكذا... وعدد الأقطاب (١٢) غالباً. يغذى الملف المحـرض عـن طريـق حلقتـي انـزلاق معزولتـين عـن بعضهما وعن المحور وقد تكـون إحـدى الحلقتـين موازيـة للمحـور والأخـرى عمودية عليه، ويغذى الملف عن طريق مسفرتين من التيار المتولـد والنـاتج بعـد دارة التقويم.



المنوبة مع دارة التقويم في السيارة

إن أعطال المنوبة أقل من المولد وكذلك صيانتها حيث تكون أعطال الفحمـات وحلقات الإنزلاق أقل من أعطال المجمـع المتعـدد القطـع المعزولـة عـن بعضهـا البعض. ومن الجدير بالذكر أن بعض المنوبات الصغيرة لها حلقة انزلاق واحدة وعليها مسفرة تعطي أحد خطي التيار والخط الآخر يكـون عـن طريـق الجسـم المعدني للمنوبة.

نموذج منوبة حديثة (بوش) في السيارة

أقطاب الدائر المحرض

الغطاء

مشع حرارة الديودات

ثنائيات تقويم التيار الناتج

تماس توصيل

ثنائي تغذية المحرض

حلقات انزلاق

الفحمة (المسفرة)

تماس توصيل

ماسك الفحمات

الغطاء

بكرة الدوران

المروحة

ملفات الثابت

ملفات المحرض الدائر

الدارة المغناطيسية للثابت

نابض الفحمات

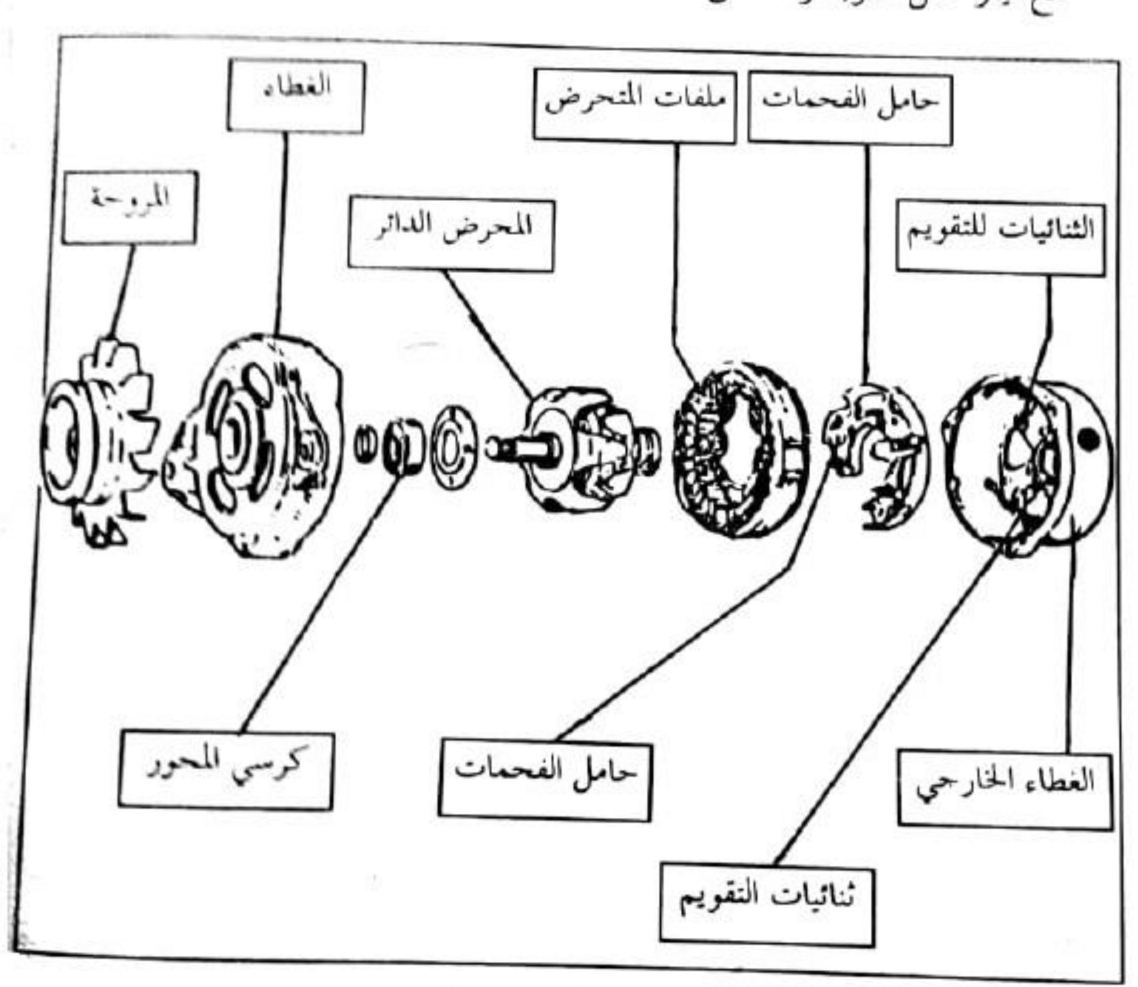
٢ ـ المتحرض الثابت: يتكون من صفائح مغناطيسية دائرية فيها مجاري نصف مغلقة كمجاري المحرك العادي. وعددها غالباً (٣٦ مجرى) وفيها تتداول ملفات المتحرض على شكل ثلاثي ذو توصيل نجمي غالباً.

٣ ـ الغطاء وحامل المسفرات.

٤ ـ ثنائيات التقويم: المثبتة على **الغطاء** لتحسين التوصيل الحراري والتبريد وعددها (٦ ثنائيات) وقد تحتوي على ثنائيات خاصة لتقويم التيار العائد إلى المحرض الدائر.

٥ ـ المروحة والأجزاء المكملة الأخرى.

٦ ـ دارة التنظيم: تتحكم بتيار المحرض لتنظيم الفولت ضمن حدود معينة وبتوافق مع تيار حمل المنوبة والشحن.



أجزاء المنوبة

أعطال المنوبة الصغيرة:

تشبه أعطال الآلات الكهربائية ذات الملفات إذ تتعرض لإنقطاع أو احتراق العازل أو تلامس مع الجسم المعدني أو حدوث قصر بين اللفات. كما يضاف إليها أعطال الفحمات والتلامس مع حلقتي الانزلاق.

وأعطال الثنائيات التي يمكن فحصها بمقياس أوم تقوم على أن للثنائي مقاومة كبيرة في اتجاه ومقاومة صغيرة جداً في الاتجاه المعاكس.

ويتم فحص وكشف وإصلاح الأعطال بنفس الطرق المذكورة في بحث المحركات والمولدات..

تقويم التيار المتناوب:

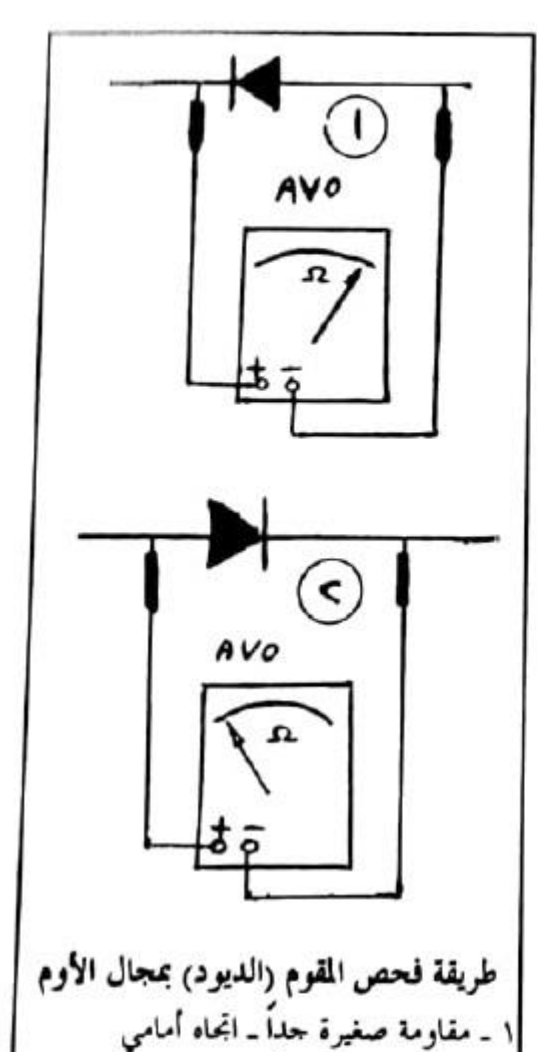
التقويم هي تحويل التيار المتناوب إلى تيار محدد القطبية له طرفان موجب وسالب يشابه التيار المستمر في خواصه واستخدامه.

يستخدم الثنائي (الديود) بأنواعه المختلفة في عملية التقويم، وهو من أنصاف النواقل التي تسمح للتيار بالمرور في اتجاه معين وتقاوم مروره في الاتجاه المعاكس، أي له مقاومة صغيرة في الاتجاه الأول تدعى (المقاومة الأمامية) ومقاومة كبيرة جداً في الاتجاه المعاكس وتدعى (المقاومة العكسية).

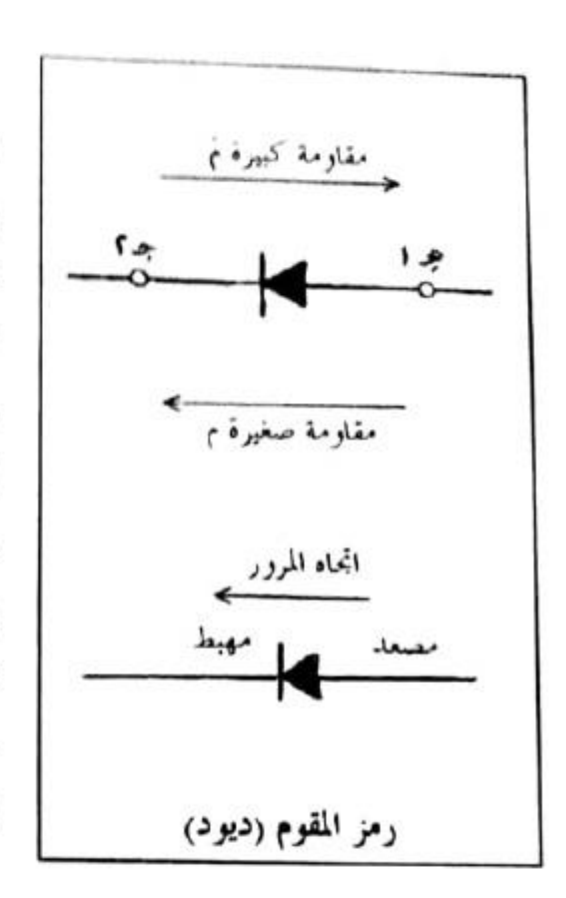
وتستخدم أنواع متعددة من الثنائيات فمنها الصمامي القديم ومقومات الأكاسيد المعدنية وغيرها أما الثنائيات الشائعة فهي:

- ثنائي الجرمانيوم. - ثنائي السيلنيوم.
- ثنائي السيليسيوم. - ثنائي أوكسيد النحاس.

ولكل ثنائي توتر أمامي صغير جداً وتوتر عكسي كبير.



طريقة فحص المقوم (الديود) بمجال الأوم
١ - مقاومة صغيرة جداً - اتجاه أمامي
٢ - مقاومة كبيرة جداً اتجاه عكسي
القياس يدل على سلامة الثنائي.



رمز المقوم (ديود)

يعلم الثنائي بخط واضح يدل على اتجاه التيار وهو اتجاه المهبط وقد يعلم بنقطة أو غير ذلك. ويقوم الثنائي عند توصيله بالتيار المتناوب بتمرير النوبة الموجبة ومنع النوبة السالبة، ويمكن فحص صلاحية الثنائي بواسطة الآفومتر مجال الأوم كما في الشكل وتختلف الثنائيات عن بعضها بشدة التيار التي تتحملها والتوتر. ويوجد في الأسواق قطعة واحدة تضم ٤ ثنائيات تشكل موجة كاملة يعلم عليها مدخل التيار المتناوب ومخرج التيار المستمر.

أنواع دارات التقويم:

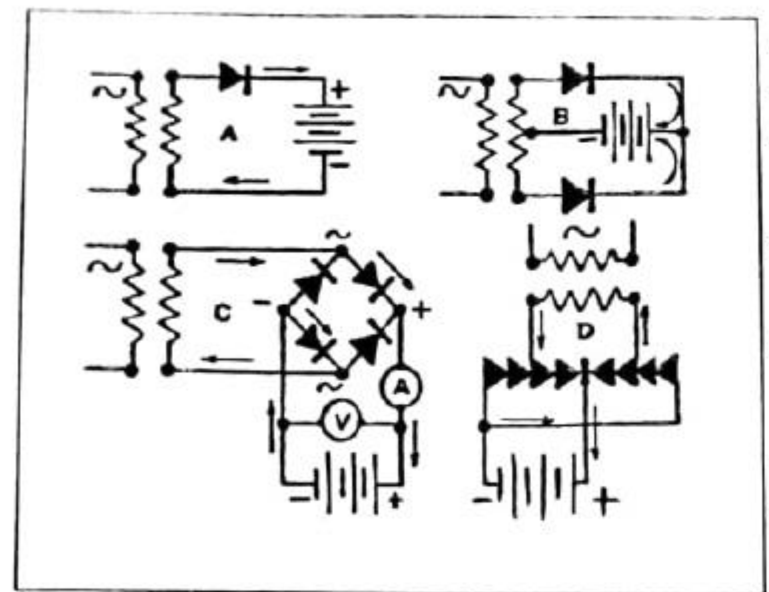
يستخدم المحول غالباً في دارات التقويم وذلك لخفض التوتر المتناوب إلى القيمة المطلوبة ويمكن أن يكون التقويم بنصف موجة أو موجة كاملة.

أ - **التقويم بنصف موجة**: يستخدم ثنائي واحد فقط ويكون التيار المقوم ذو تعرجات كبيرة وذو مردود ضعيف.

ب - **التقويم بدارة جسر**: ويستخدم لذلك أربع ثنائيات بحيث يوصل كل طرف من التيار المتناوب إلى ثنائيين متعاكسي الاتجاه، ونحصل على التيار المقوم بخطين موجب وسالب.

جـ - **التقويم بموجة كاملة**: بواسطة محول خفض ذو نقطة وسط ويكفي وجود ثنائيين لتقويم التيار بموجة كاملة كما في دارة الجسر.

يضاف لدارة التقويم مكثف كيميائي أو مكثفين مع مقاومة أو ملف ذو قيمة محددة لترشيح التيار وجعله قريباً من المستمر وقليل التعرجات.

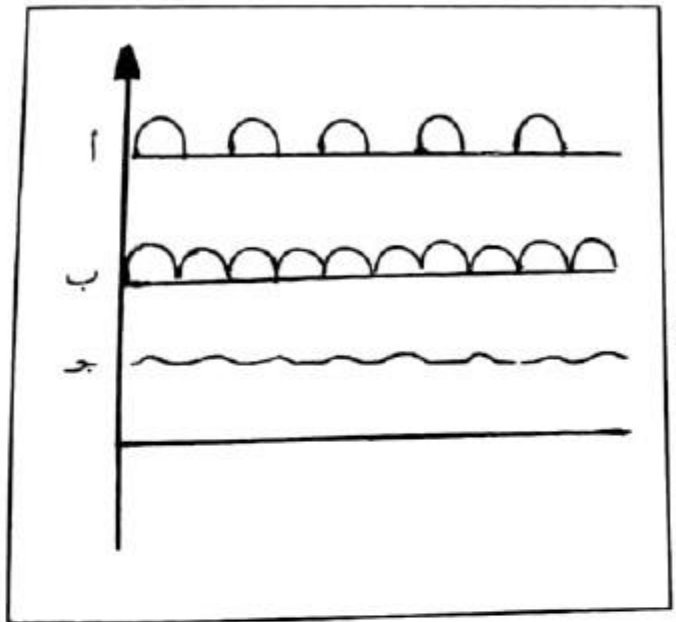


استخدام الثنائيات في ←
دارات التقويم لشحن المدخرات
A ـ دارة تقويم نصف موجة بعد محول خفض ٢٢٠/١٢ف.
B ـ دارة تقويم موجة كاملة مع محول ذو نقطة وسط.
C ـ دارة تقويم موجة كاملة طريقة جسر بـ ٤ ثنائيات.
D ـ دارة تقويم جسرية ذات ٨ ثنائيات لاحظ اتجاه التيار في الثنائيات.

استخدام دارات التقويم:

تستخدم في أي جهاز يعمل على التيار المستمر عند تشغيله على شبكة التيار المتناوب وخاصة راديو مسجلة ـ تلفزيون... ولا بد من وجود محول خفض داخلي أو خارجي.

كما تستخدم دارة التقويم في جهاز شحن المدخرات الكبيرة أو الصغيرة وفي دارة التحكم الكهربائية والإلكترونية ودارات تنظيم توتر الشبكة. وتزود منوبات الآليات بثنائيات مثبتة على جسم المنوبة لخفض حرارتها أثناء العمل.

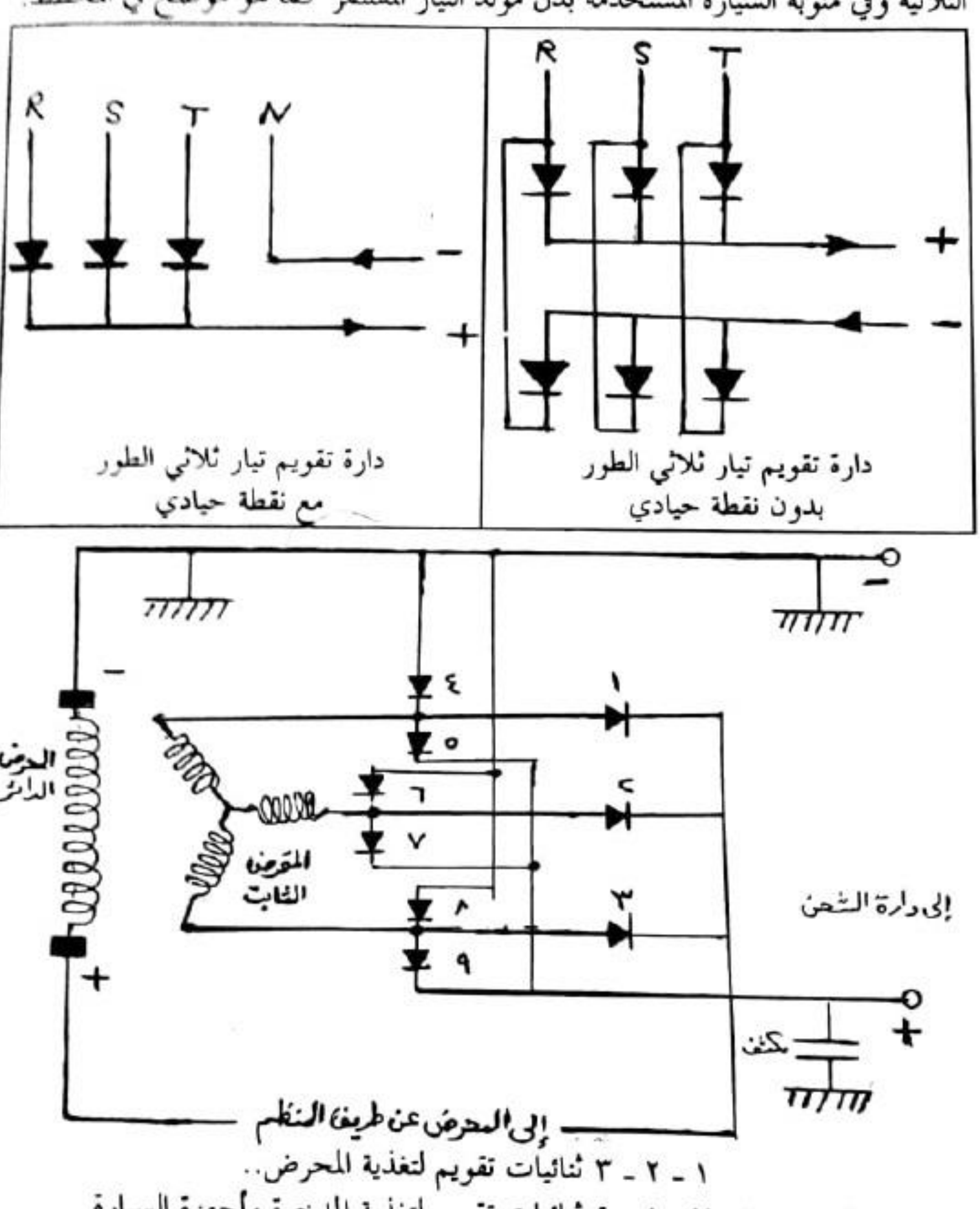


←
آ ـ منحني التيار بتقويم نصف موجة.
ب ـ منحني التيار بتقويم موجة كاملة.
جـ ـ منحني التيار المقوم جيداً مع دارة ترشيح.

تقويم التيار الثلاثي الطور:

يمكن تقويم التيار الثلاثي الطور بعد خفضه إلى التوتر المطلوب بواسطة محول ثلاثي توصيلـه Y/Δ أو Y/Y. وقد يستخدم خط الحيادي (النتر) أو الاستغناء عنه كما في المخطط.

يستخدم التقويم الثلاثي لتغذية دارات شحن المدخرات، وفي تغذية محرض المنوبة الثلاثية وفي منوبة السيارة المستخدمة بدل مولد التيار المستمر كما هو موضح في المخطط.



١ - ٢ - ٣ ثنائيات تقويم لتغذية المحرض..

٤ - ٥ - ٦ - ٧ - ٨ - ٩ ثنائيات تقويم لتغذية المدخرة وأجهزة السيارة

مخطط ملفات ودارة التقويم لمنوبة السيارة

الفصل العاشر

إعادة لف محرك على مواصفات جديدة

يتطلب الأمر أحياناً أن نغير في بعض مواصفات المحرك ويتحقق ذلك بتغيير ملفات المحرك وتشمل ما يلي:

١ ـ تغيير التوتر الإسمي مع بقاء الاستطاعة ثابتة.

٢ ـ تغيير استطاعة المحرك مع بقاء توتره الاسمي ثابتاً.

٣ ـ تغيير الاستطاعة والتوتر معاً.

وهذه التغيرات تنفذ غالباً مع بقاء بعض مواصفات المحرك ثابتة مثل التردد وعدد الأقطاب وطريقة التوصيل الداخلي للملفات سواء كانت على التسلسل أو التفرع.

ويجب أن نذكر أن المحرك الصالح للعمل يفضل تزويده بمحول خاص إذا كان توتره الاسمي لا يتطابق مع توتر الشبكة. ومن المعلوم أن كثيراً من المحركات الأحادية تعمل على توترين ١١٠/٢٢٠ف بتغيير توصيل اللوحة الخارجية فقط والمحركات الثلاثية تعمل على توترين ٢٢٠/٣٨٠ف حسب طريقة التوصيل مثلثي أو نجمي.

١ ـ تغيير التوتر مع ثبات الاستطاعة:

يعتمد تغيير مواصفات المحرك على المبادىء التالية:

إن الجهد الذي يتحمله الملف يتناسب طرداً مع عدد لفاته، فإذا أردنا رفع الجهد على ملف فيجب زيادة عدد لفاته فيما إذا كانت بقية المواصفات ثابتة، وإذا أردنا أن تكون الإستطاعة ثابتة فإن شدة التيار تتناسب عكساً مع التوتر. ويجب أن يكون مقطع وقطر سلك الملف متناسباً مع شدة التيار المارة فيه ويمكن استخدام العلاقات التالية لتغيير التوتر:

أ ـ عدد اللفات على التوتر الجديد = عدد اللفات على التوتر القديم × $\frac{\text{التوتر الجديد}}{\text{التوتر القديم}}$

$$ن_ج = ن_ق \times \frac{ف_ج}{ف_ق}$$

ب ـ قطر السلك على التوتر الجديد = القطر القديم × $\sqrt{\frac{\text{الفولت القديم}}{\text{الفولت الجديد}}}$

$$ق_ج = ق_ق \times \sqrt{\frac{ف_ق}{ف_ج}}$$

٢ ـ تغيير الاستطاعة مع ثبات التوتر:

لا يمكن زيادة استطاعة المحرك إلا بحدود ضئيلة لاتتجاوز ١٠٪ وخاصة المحركات الكبيرة والقديمة. وزيادة الإستطاعة تترافق مع زيادة في شدة التيار وبالتالي زيادة في قطر الناقل وتقليل في عدد النواقل في المجرى وتستخدم العلاقات التالية:

أ ـ عدد النواقل الجديد في المجرى = العدد القديم × $\frac{\text{عـه القديمة}}{\text{عـه الجديدة}}$

ب ـ قطر السلك الجديد = القطر القديم × $\sqrt{\frac{\text{عـه الجديدة}}{\text{عـه القديمة}}}$

٣ ـ تغيير الاستطاعة والتوتر معاً:

نقوم بحساب عدد وقطر الأسلاك على التوتر الجديد ثم على الاستطاعة الجديدة بنفس العلاقات السابقة.

٤ ـ تغيير سرعة المحرك (عدد الأقطاب):

من المعلوم أن سرعة المحرك = $\frac{\text{التردد} \times ١٢٠}{\text{عدد الأقطاب}}$ أي تتناسب السرعة عكسياً مع عدد الأقطاب وعند الحاجة إلى تغيير سرعة المحرك.

يجب تغيير مخطط اللف كلياً أي الخطوة القطبية وعدد المجموعات وعدد اللفات وقطر السلك.

أما عدد اللفات الجديد فيتناسب عكساً مع السرعة.

ومقطع الناقل الجديد يتناسب تناسباً طردياً مع السرعة.

حسب العلاقات التالية:

$$\text{عدد اللفات الجديد} = \text{عدد اللفات القديم} \times \frac{\text{السرعة القديمة}}{\text{السرعة الجديدة}}$$

$$\text{مقطع الناقل الجديد} = \text{مقطع الناقل القديم} \times \frac{\text{السرعة الجديدة}}{\text{السرعة القديمة}}$$

أو

$$ن_ج = ن_ق \times \frac{سر_ق}{سر_ج}$$

$$ع_ج = ع_ق \times \frac{سر_ج}{سر_ق}$$

أو القطر الجديد = القطر القديم × $\sqrt{\frac{سر_ج}{سر_ق}}$

أو

$$ق_ج = ق_ق \times \sqrt{\frac{سر_ج}{سر_ق}}$$

❀ ❀ ❀

الحساب المبسط لعدد اللفات في محرك تحريضي

إن حساب عدد لفات المحرك الكهربائي المستخدم في الآلات الصناعية والمنزلية مثل محرك غسالة - مضخة - آلة صناعية... يتطلب دراسة خاصة ليست من اختصاص عامل اللف ولكنه عمل مهندس التصميم. وقد نحتاج إلى ذلك عند وجود محرك دون ملفات أو عند إعادة اللف على مواصفات جديدة.

وإن وجود معلومات لوحة المحرك ذو فائدة مهمة وكبيرة في الحصول على المعلومات المجهولة، وخاصة عدد اللفات وقطر السلك بالإضافة إلى المعلومات التي نحصل عليها من هيكل المحرك مثل عدد المجاري وطولها والقطر الداخلي...

حساب عدد النواقل التسلسلية في المجرى:

إن العوامل المؤثرة في حساب عدد النواقل التسلسلية في المجرى متعددة وهي:

١ - نوع المحرك أحادي أو ثلاثي.

٢ - التوتر المطبق على ملفات المحرك.

٣ - التردد في الشبكة بالهرتز أو السيكل (ذبذبة /ثانية).

٤ - عدد أقطاب المحرك وسرعته.

٥ - عدد مجاري المحرك.

٦ - طول المجرى.

٧ - قطر العضو الدائر.

٨ - عامل اللف.

٩ - التحريض المغناطيسي في الدارة المغناطيسية وجودة صفائح حديد المحرك.

والعلاقات التي نستفيد منها في حساب عدد النواقل هي:

العلاقة (١) $$\Phi = \frac{E_1}{4,44 \times f \times n_1 \times k_1}$$

العلاقة (٢) $$\Phi = a \times c \times L \times B$$

حيث: Φ = السيالة المغناطيسية في قطب واحد بالويبر

a = عامل إملاء المجاري وهو (٠,٧) للأسلاك المعزولة.

c = الخطوة القطبية وهي ($\frac{\pi \times D}{2p}$) بالمتر.

B = التحريض في الحديد بالتسلا.

k_1 = عامل اللف.

4,44 = عدد ثابت مستخرج من التوتر الفعال في اللفة.

f = تردد تيار الشبكة ـ سيكل ـ هرتز ـ د/ثا.

n_1 = عدد اللفات التسلسلية لطور واحد.

L = طول المجرى بالمتر.

ومن المعروف أن التوتر الفعال لناقل واحد هي (E_{eff}) وتساوي:

$$E_{eff} = \frac{\pi}{2} \times n \times p \times \Phi = 2,22\ n\ p\ \Phi$$ فولت

حيث: n = عدد الدورات في الثانية.

p = عدد أزواج الأقطاب.

Φ = التحريض من قطب واحد بالويبر.

ومن العلاقتين (1) و (2) نحصل على:

$$n_1 = \frac{E_1}{4,44 \times f \times k_1 \times a \times c \times L \times B}$$

حيث: E_1 = القوة المحركة التحريضية في طور واحد بدون حمل بالفولت الفعال

$n_2 = \frac{2n_1 \times m}{N}$ عدد النواقل التسلسلية في المجرى

ومن استبدال c (الخطوة القطبية) و n_1 من القيم الناتجة سابقاً يكون عدد النواقل التسلسلية في المجرى n_2.

العلاقة (٣)

$$n_2 = \frac{m}{3,487 \times f \times k_1 \times a \times B} \times \frac{E_1 \times P}{D \times L \times N}$$

حيث: P = عدد أزواج الأقطاب

m = عدد الفازات

D = القطر الداخلي للعضو الثابت بالمتر

N = عدد المجاري الكلية للثابت.

وإذا استبدلنا القسم الأول من العلاقة (3) بالرمز K الذي يساوي:

$$K = \frac{m}{3,487 \times f \times k_1 \times a \times B}$$

نحصل على العلاقة بالشكل التالي:

$n_2 = k \dfrac{E_1 \times P}{D \times L \times N}$ وهو عدد النواقل التسلسلية في المجرى.

تطبيق العلاقة في محرك ثلاثي الطور:

إن التردد هو ٥٠ هرتز وعامل اللف غالبا هو ٠,٩٦. والكثافة المغناطيسية في الحديد حوالي (٠,٥ تسلا) = (٥٠٠٠ غوص) في المحركات الصغيرة و (٠,٦تسلا) = (٦٠٠٠ غوص) للمحركات الكبيرة.

نستنتج أن K = ٠,٠٤٨٥ في التحريض ٠,٥ تسلا

K = ٠,٠٤٢٤ في التحريض ٠,٦ تسلا

مع العلم أن U_1 = التوتر بالفولت لكل فاز (الفولت الفعال توصيل مثلثي)

E_1 = القوة المحركة الكهربائية للفاز على الفراغ بالفولت الفعال

E_1 = ٠,٩٥ U_1 في المحركات الصغيرة

E_1 = ٠,٩٩٥ U_1 في المحركات الكبيرة أكثر من ١٢٥ ك واط

العلاقة النهائية لاستخراج عدد النواقل التسلسلية في المجرى للمحركات الثلاثية:

للمحركات حتى ٤ ك واط = $n_2 = ٠,٠٤٨٥ \times \dfrac{U_1 \times P}{D \times L \times N}$ ناقل في المجرى

للمحركات من ٥ ـ ٢٥ ك واط = $n_2 = ٠,٠٤٨٥ - ٠,٠٤٥٥ \times \dfrac{U_1 \times P}{D \times L \times N}$ ناقل في المجرى

للمحركات من ٢٦ ـ ١٥٠ ك واط = $n_2 = ٠,٠٤٥٥ - ٠,٠٤٢٤ \times \dfrac{U_1 \times P}{D \times L \times N}$ ناقل في المجرى

حيث U_1 = التوتر على طرفي ملفات الفاز (توصيل مثلثي).

P = عدد أزواج الأقطاب. D = القطر الداخلي للثابت (م)

L = طول المجرى الفعال (م). N = عدد المجاري.

العلاقة في المحركات الأحادية:

باعتبار التردد في الشبكة ٥٠ هرتز = f - وعامل اللف k_1 = ٠,٨٣١ حيث تحتل ملفات التشغيل الرئيسية $\frac{٢}{٣}$ عدد المجاري. عدد الفازات m = ١.

وبفرض B = ٠,٥ تسلا يكون $K = \frac{1 \times 0,95 \times 1,5}{3,487 \times 50 \times 0,831 \times 0,7 \times 0,5}$

$= 0.028$

وبفرض B = ٠,٦ تسلا يكون $K = 0.0246$

وتصبح العلاقة النهائية لإستخراج عدد النواقل التسلسلية في المجرى:

للمحركات حتى ٤ ك واط = n_2 = ٠,٠٢٨ × $\frac{U_1 \times P}{D \times L \times N}$ ناقل في المجرى

للمحركات من ٥ - ٢٥ ك واط = n_2 = ٠,٠٢٨ - ٠,٠٢٦٥ × $\frac{U_1 \times P}{D \times L \times N}$

للمحركات من ٢٦ - ١٥٠ ك واط = n_2 = ٠,٠٢٦٥ - ٠,٠٢٤٦ × $\frac{U_1 \times P}{D \times L \times N}$

أما عدد نواقل الإقلاع للمحرك الأحادي فهي بشكل عام تساوي ضعف عدد النواقل التسلسلية في المجرى للتشغيل.

حساب مقطع الناقل:

بعد حساب عدد النواقل التسلسلية في المجرى (إذا كان اللف بسلكين أو أكثر معاً) فإن عدد النواقل التسلسلية = $\frac{\text{عدد النواقل الكلية في المجرى}}{\text{عدد أسلاك اللف}}$

ولحساب مقطع الناقل يجب الإعتماد على المعلومات التالية:

١ - شدة التيار المارة في النواقل في كل فاز في التوصيل المثلثي، وهي مسجلة على لوحة المحرك.

٢ - كثافة التيار في النواقل وتتناسب مع درجة الحرارة والتهوية وعامل إملاء النواقل في المجاري ويمكن اعتبارها حوالي (٤ - ٥ A/مم^2).

ومنه يكون مقطع الناقل (مم^2) = $\frac{\text{شدة التيار في ملفات الطور (A)}}{\text{كثافة التيار (A/مم}^2\text{)}}$

أما قطر السلك فيساوي $= \sqrt{\frac{\text{المقطع}}{\text{٣,١٤}}} \times \text{٢}$ أو $\sqrt{\frac{\text{المقطع} \times \text{٤}}{\text{٣,١٤}}}$

ويمكن استخراجه من الجداول

(١) **ملاحظة:** إذا كان التردد مختلف عن ٥٠ هرتز

فنعدل العدد الثابت K بحيث يساوي = العدد K على ٥٠ هرتز $\times \frac{\text{٥٠}}{\text{التردد الجديد}}$

أي $\boxed{K_{\text{الجديد}} = K \times \frac{50}{f}}$

(٢) إذا كان التحريض المغناطيسي في صفائح المحرك مختلف عن (0,5 تسلا) أو (0,6 تسلا) فنعدل العدد الثابت K بحيث يساوي:

$=$ K بقيمة ٠,٥ تسلا $\times \frac{\text{٠,٥}}{\text{التحريض الجديد}}$

وخاصة في المحركات الحديثة ذات الحديد المغناطيسي الجيد.

(٣) عند تغيير سرعة المحرك يتطلب ذلك تغيير عدد أقطابه. ونجد أن :

عدد اللفات عند السرعة الجديدة = عدد اللفات للسرعة القديمة $\times \frac{\text{السرعة القديمة}}{\text{السرعة الجديدة}}$

أو $\boxed{ن_ج = ن_ق \times \frac{سر_ق}{سر_ج}}$

أما المقطع عند السرعة الجديدة = المقطع للسرعة القديمة $\times \frac{\text{السرعة الجديدة}}{\text{السرعة القديمة}}$

أو $\boxed{ع_ج = ع_ق \times \frac{سر_ج}{سر_ق}}$ أي عند زيادة السرعة بنسبة معينة يقل عدد اللفات بينما يزداد مقطع الناقل بنفس النسبة.

❁ ❁ ❁

الفصل الحادي عشر

مخططات لف المحركات

عند إعادة لف محرك ما يفضل دائماً الإعتماد على المعلومات الأصلية للمحرك وذلك قبل نزع ملفاته، وقد مر معنا سابقاً المعلومات التي يجب تسجيلها وكذلك طريقة رسم المخطط الانفرادي أو الدائري لملفات المحرك.

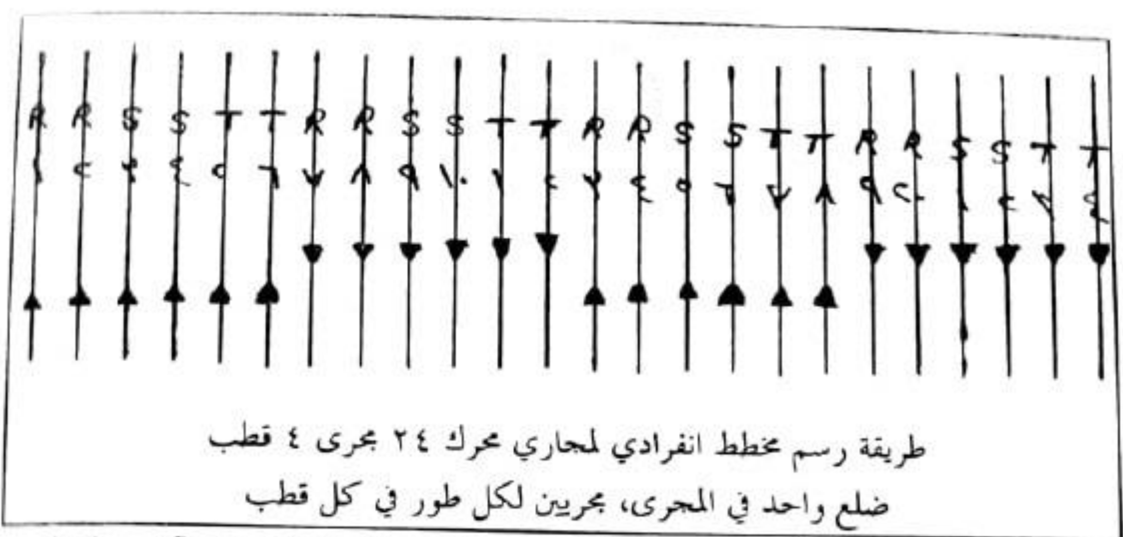
طريقة رسم المخطط الإنفرادي لمحرك ثلاثي الطور:

١ ـ نرسم أولاً خطوط متساوية ومتوازية بعدد مجاري المحرك ثم نرقمها من اليسار إلى اليمين.

٢ ـ نحسب الخطوة القطبية والتي تساوي عدد المجاري مقسماً على عدد الأقطاب ونضع أسهماً باتجاه الأعلى للقطب الشمالي وأسهماً باتجاه الأسفل للقطب الجنوبي.

٣ ـ نقسم مجاري كل قطب على عدد الفازات أي (٣) ونعلم مجرى كل فاز بحرف مميز مثل R - S - T أو A - B - C وعدد المجاري المتجاورة لكل فاز يمثل عدد ملفات المجموعة ويفضل استخدام ثلاثة ألوان لكل فاز لون أو رسم فاز بخط مستمر وفاز آخر بخط مقطع وآخر منقط.

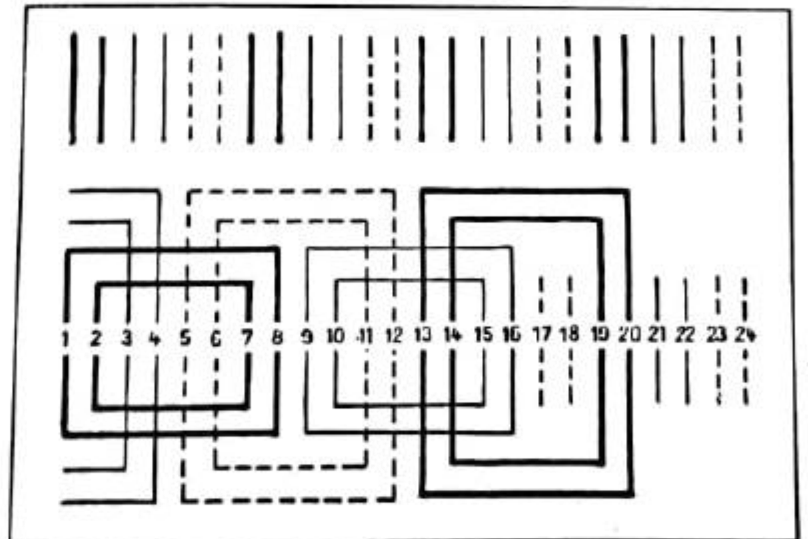
٤ ـ نرسم أول مجموعة إبتداء من أول خط شمالي إلى آخر خط بالقطب الجنوبي الذي يليه مباشرة والملف الذي بعده يبدأ في المجرى الثاني شمالي والمجرى الجنوبي الذي يسبق المجرى الجنوبي الأول وهكذا إذا كان اللف بمجموعات متداخلة. أما المجموعة المتتالية وهي المتساوية مع بعضها البعض فتبدأ المجموعة الأولى بملف أوله في أول قطب شمالي وآخره بأول قطب جنوبي والملف الآخر من ثاني مجرى شمالي حتى ثاني مجرى جنوبي وهكذا.



طريقة رسم مخطط انفرادي لمجاري محرك ٢٤ مجرى ٤ قطب
ضلع واحد في المجرى، بمجريين لكل طور في كل قطب

٥ ـ نتمم المجموعات الأخرى من اول القطب الشمالي الثاني إلى آخر القطب الجنوبي الثاني وهكذا إذا كان اللف متداخل وإذا كان اللف متتالي فنبدأ من أول القطب الشمالي الثاني وحتى بداية القطب الجنوبي الثاني.

٦ ـ نوصل بين المجموعات بحيث يكون اتجاه الأسهم الذي يدل على اتجاه التيار متوافقاً من بداية دخول التيار وحتى آخر نقطة التي تمثل نهاية الفاز الأول وتعطى للنهايات الرموز $\overline{T}$ - $\overline{S}$ - $\overline{R}$ أو $\overline{C}$ - $\overline{B}$ - $\overline{A}$ وقد تعطى للبدايات E_3 - E_2 - E_1 وللنهايات S_3 - S_2 - S_1 (رموز فرنسية).



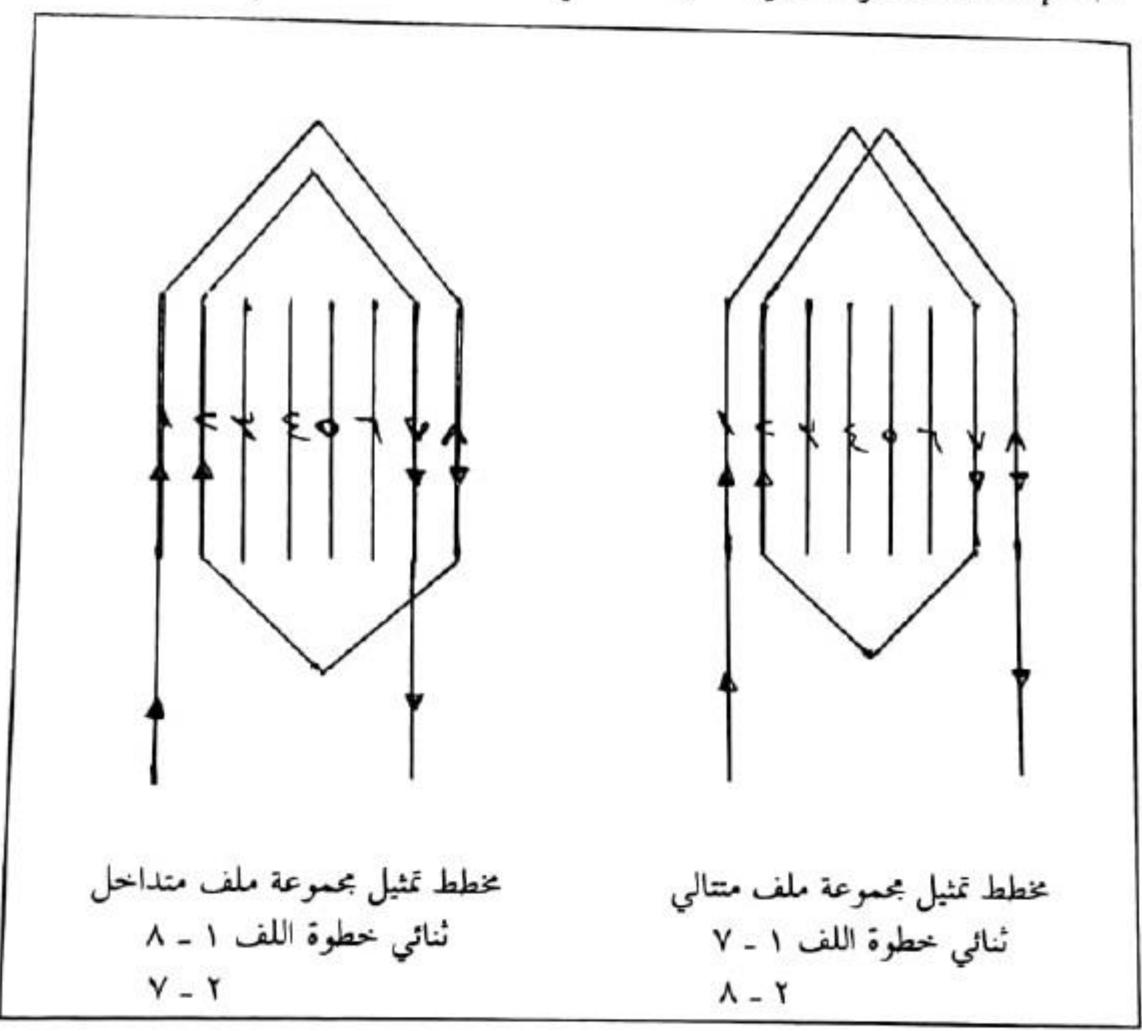
طريقة من طرق تمثيل مخطط انفرادي لملفات محرك ٢٤ مجرى نوع ملفات متداخلة ضلع واحد في المجرى. اختلاف سماكة الخط للتمييز بين الفازات وخط متقطع للفاز الثالث

٧ ـ تبدأ بداية الفاز الثاني حسب خطوة تقدم الطور والتي تساوي (الخطوة القطبية × $\frac{٢}{٣}$)

٨ ـ نلاحظ أن أحد الفازات اتجاه تياره معكوس الأسهم منذ بدايته وحتى نهايته وهذا صحيح وضروري لإتمام الدارة. لأنه في أي لحظة يكون أحد الفازات تياره معاكس للفازين الآخرين.

٩ ـ توصل البدايات R - S - T إلى أطراف لوحة الوصل وعلى صف واحد بينما توصل النهايات إلى الصف الآخر بحيث لا تتقابل كل بداية مع نهايتها.

١٠ ـ إن عدد المجموعات في المحرك الثلاثي = عدد الأقطاب × $\frac{٣}{٢}$



مخطط تمثيل مجموعة ملف متداخل
ثنائي خطوة اللف ١ ـ ٨
٢ ـ ٧

مخطط تمثيل مجموعة ملف متتالي
ثنائي خطوة اللف ١ ـ ٧
٢ ـ ٨

مثال: ارسم مخطط محرك ثلاثي الطور ٢٤ مجرى ٤ قطب ١٥٠٠ د/د لف متداخل ٥٠ هرتز مجموعات كل طور على التسلسل توصيل اللوحة نجمي Y ٣٨٠ف.

حساب خطوات اللف:

١ ـ الخطوة القطبية (عدد المجاري لكل قطب) = $\frac{\text{عدد المجاري الكلية}}{\text{عدد الأقطاب}} = \frac{٢٤}{٤} =$ ٦ مجرى

٢ ـ عدد مجاري الطور في كل قطب = $\frac{\text{الخطوة القطبية}}{\text{عدد الفازات}} = \frac{٦}{٣} =$ ٢ مجرى

٣ ـ خطوة اللف متداخل $\left(\begin{smallmatrix}١ - ٨\\٢ - ٧\end{smallmatrix}\right)$ متتالي $\left(\begin{smallmatrix}١ - ٧\\٢ - ٨\end{smallmatrix}\right)$

٤ ـ خطوة تقدم الطور = الخطوة القطبية × $\frac{٢}{٣}$ = ٦ × $\frac{٢}{٣}$ = ٤ مجرى

أي بداية الطور الثاني تبدأ بعد ٤ مجاري من بداية الطور الأول وبداية الطور الثالث تبدأ بعد ٤ مجاري من بداية الطور الثاني أو بعد ٨ مجاري من بداية الأول.

أي البدايات R في المجرى رقم ١

T في المجرى رقم ١ + ٤ = ٥

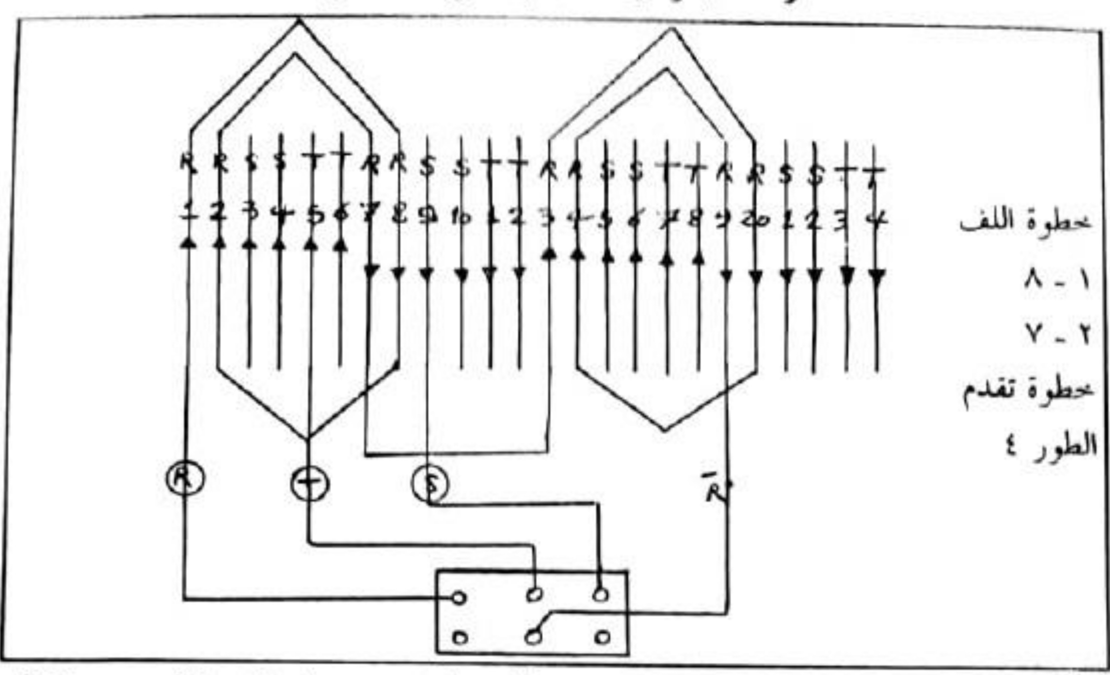
S في المجرى رقم ٥ + ٤ = ٩

٥ ـ عدد المجموعات الكلية = ٤ × $\frac{٢}{٣}$ = ٦ مجموعة

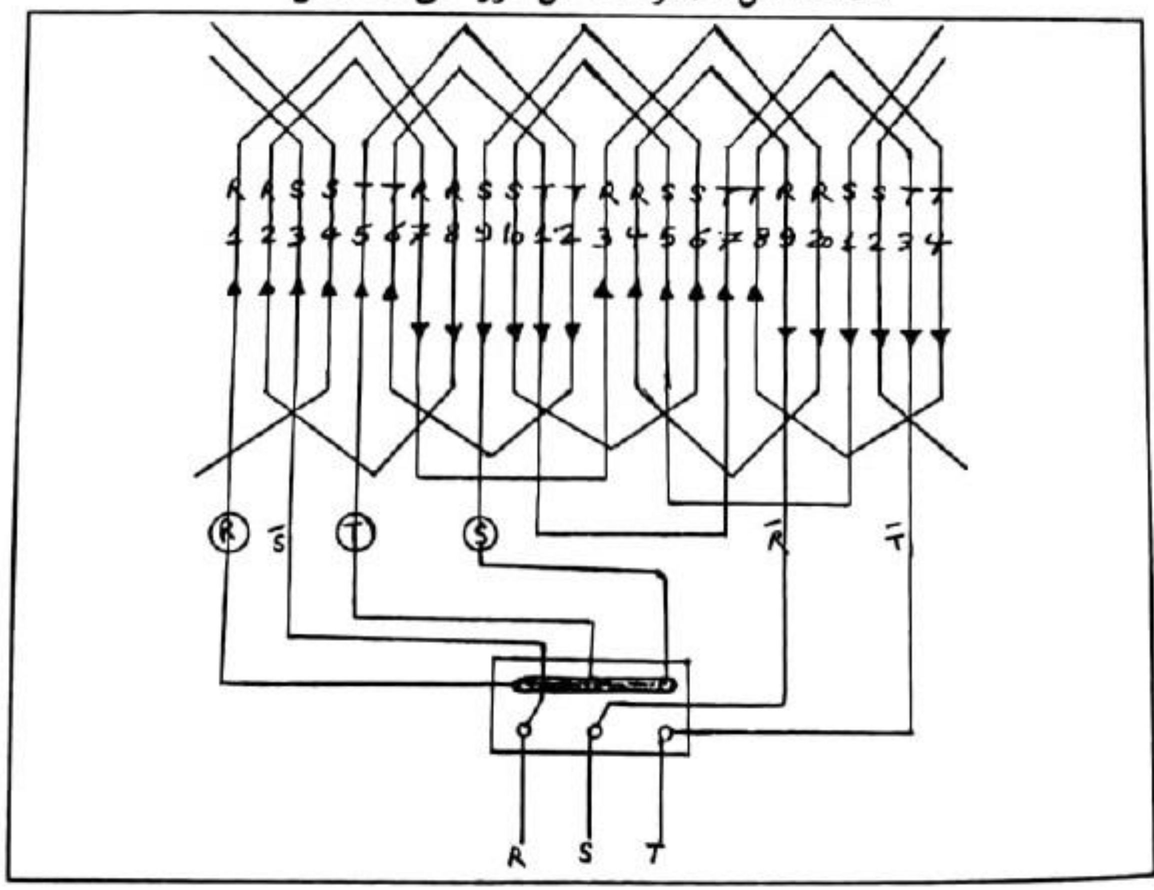
عدد المجموعات لكل طور $\frac{٦}{٣}$ = ٢ مجموعة

٦ ـ التوصيل كما يظهر في المخطط نهاية المجموعة مع بداية المجموعة المقابلة أو نهاية المجموعة رقم ١ مع بداية المجموعة رقم ٤ بالترتيب لأن المجموعة ٢ للطور الثاني والمجموعة ٣ للطور الثالث.

مخطط محرك ثلاثي الطور ٢٤ مجرى ٤ قطب ١٥٠٠ دورة لف متداخل مخطط تنزيل طور واحد مجموعتين متقابلتين على التسلسل

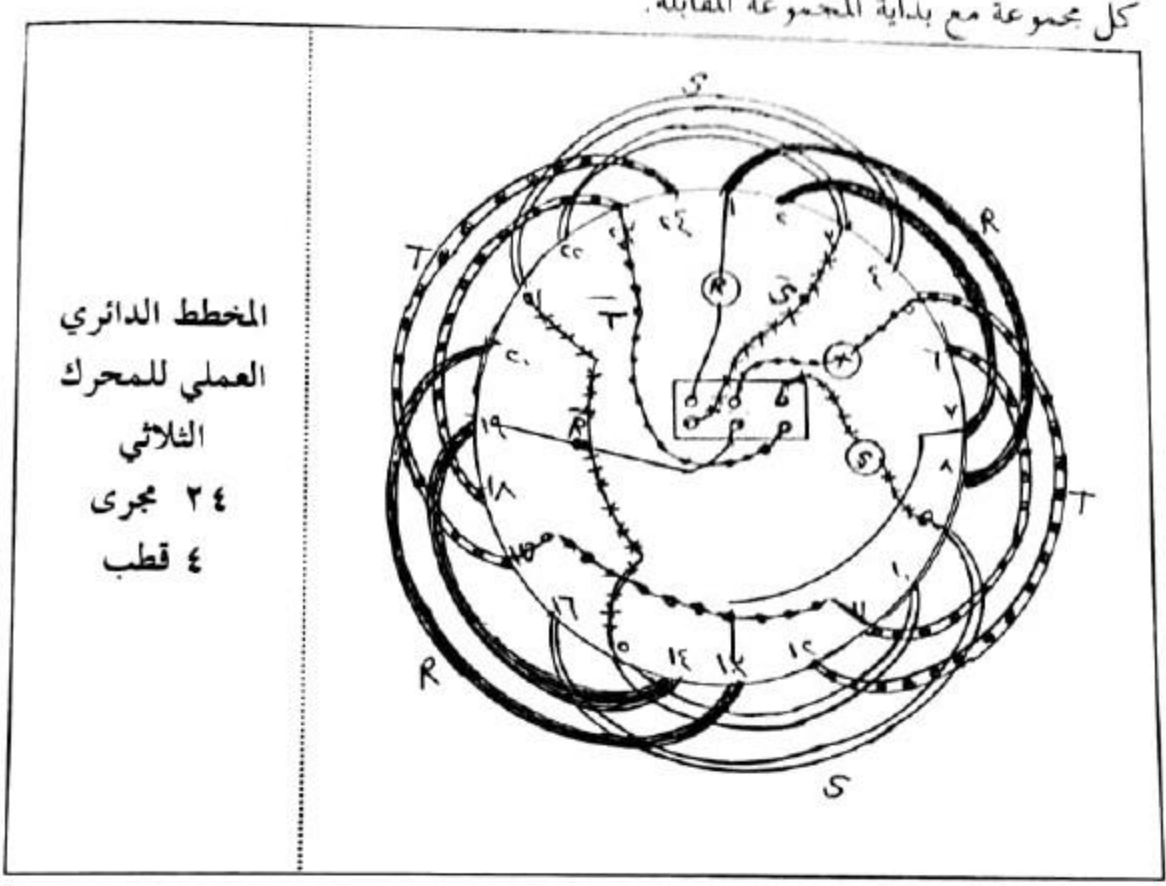


المخطط الكامل للمحرك الثلاثي ٢٤ مجرى ٤ قطب السابق توصيل اللوحة نجمي ٣٨٠ف لف متداخل ـ مجموعات كل طور على التسلسل



المخطط الدائري العملي:

طريقة رسم المخطط الدائري للمحرك الثلاثي ٢٤ مجرى - ٤ قطب (١٥٠٠د/د) السابق لف متداخل مجموعات الطور على التسلسل الخطوة ($\frac{١ - ٨}{٢ - ٧}$) التوصيل نهاية كل مجموعة مع بداية المجموعة المقابلة.



يظهر في المخطط كل طور بخط مميز.

البدايات R S T يمكن تسميتها U V W النهايات $\overline{R}$ $\overline{S}$ $\overline{T}$ يمكن تسميتها X Y Z والشكل يظهر أطراف المجموعات والملفات الخارجية بينما هي تتم في داخل المحرك.

المخطط الرقمي للمحرك الثلاثي: ٢٤ مجرى ٤ قطب كما هو في الشكل السابق

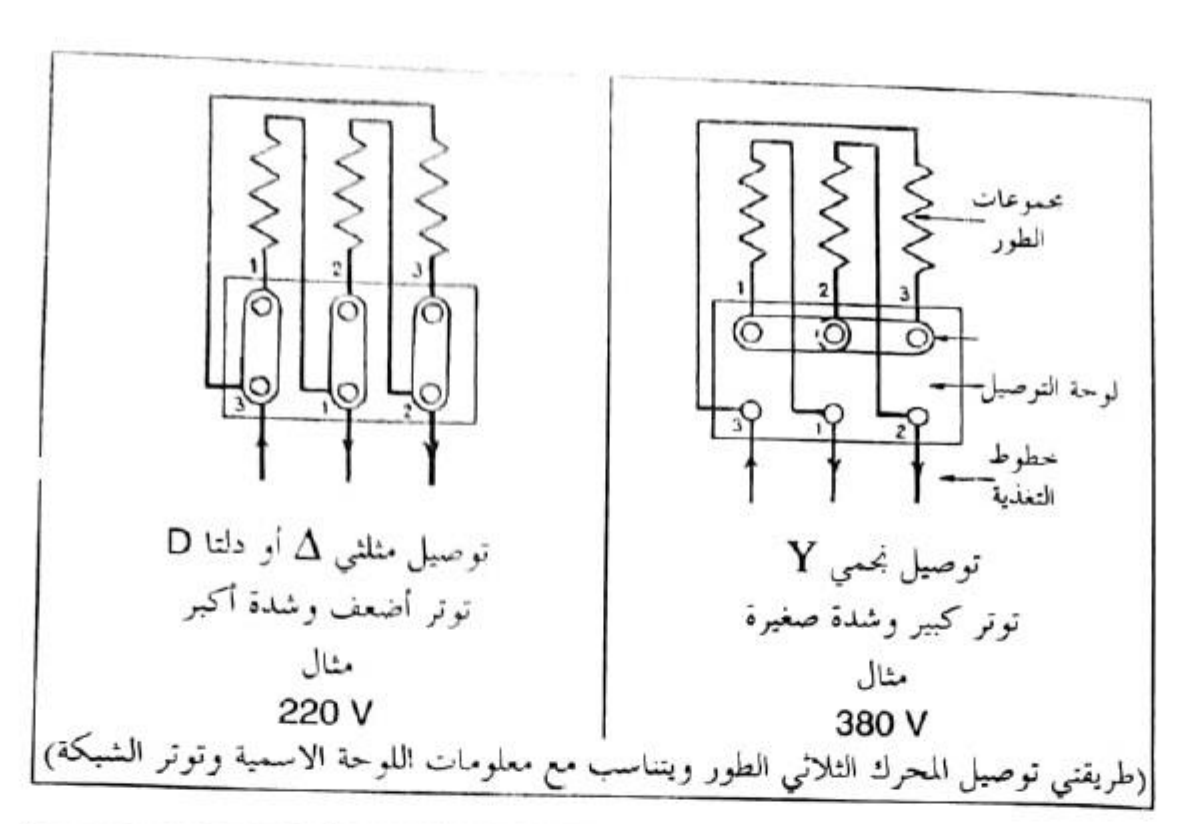
R ١ - ٨ - ٢ - ٧ وصلة ١٣ - ٢٠ - ١٤ - ١٩ $\overline{R}$

البدايات T ٥ - ١٢ - ٦ - ١١ وصلة ١٧ - ٢٤ - ١٨ - ٢٣ $\overline{T}$ النهايات

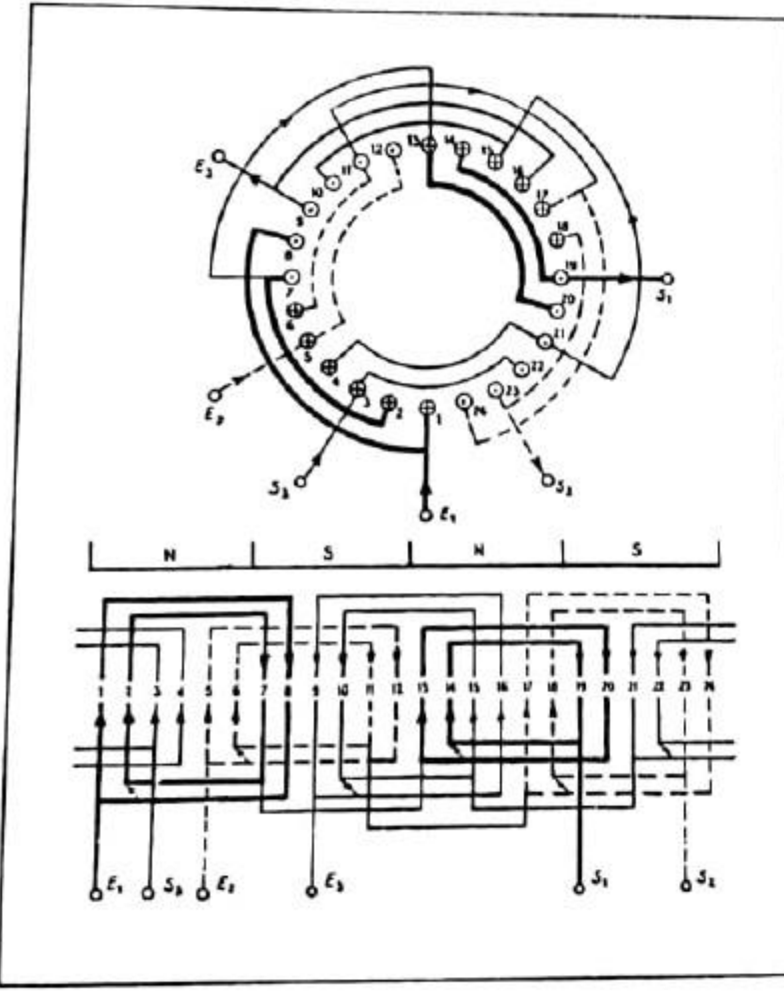
S ٩ - ١٦ - ١٠ - ١٥ وصلة ٢١ - ٤ - ٢٢ - ٣ $\overline{S}$

إن خطوة تقدم الطور هي (٤) أي بداية كل فاز تتقدم عن الفاز الذي قبله بمقدار ٤ مجرى أي البدايات في ١ - ٥ - ٩.

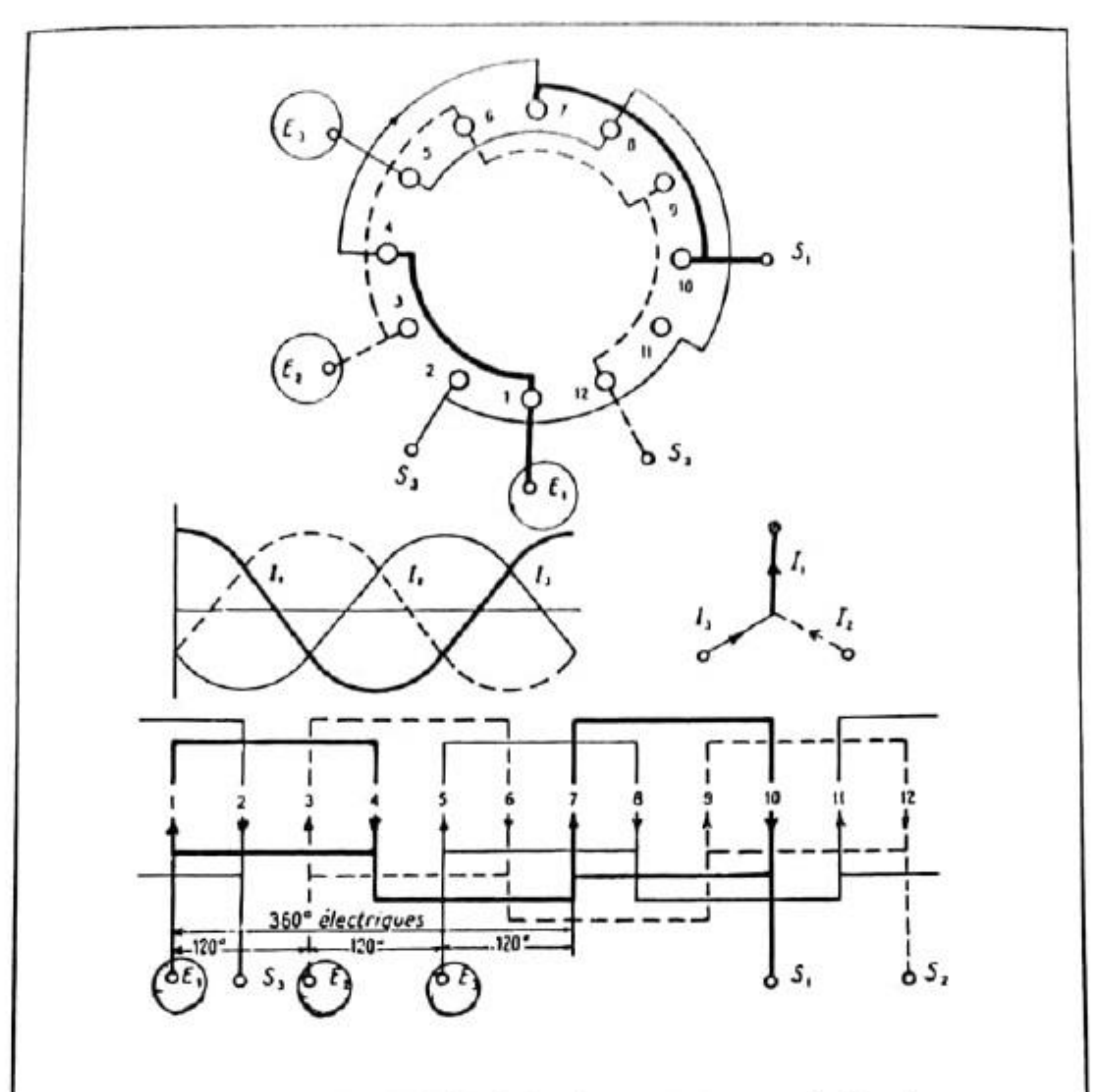
ويمكن تنفيذ خروج بدايات الأطوار من ١ - ٩ - ١٧ دون أي تغيير في عمل المحرك.



(طريقتي توصيل المحرك الثلاثي الطور ويتناسب مع معلومات اللوحة الاسمية وتوتر الشبكة)



نموذج آخر لطريقة رسم
مخطط انفرادي ودائري
لمحرك ثلاثي الطور ٢٤مجرى
٤ قطب لف متداخل
لكل طور مجموعتين
على التسلسل
الخطوة ١ - ٨ /٢ - ٧
التوصيل نهاية المجموعة
مع بداية المجموعة
المقابلة لها.



المخطط الدائري والإنفرادي المبسط لمحرك ثلاثي الطور ١٢ مجرى

٤ قطب (مجرى لكل طور في كل قطب)

ويظهر انزياح بدايات الأطوار بمقدار ١٢٠° كهربائية أي $\frac{٢}{٣}$ الخطوة القطبية

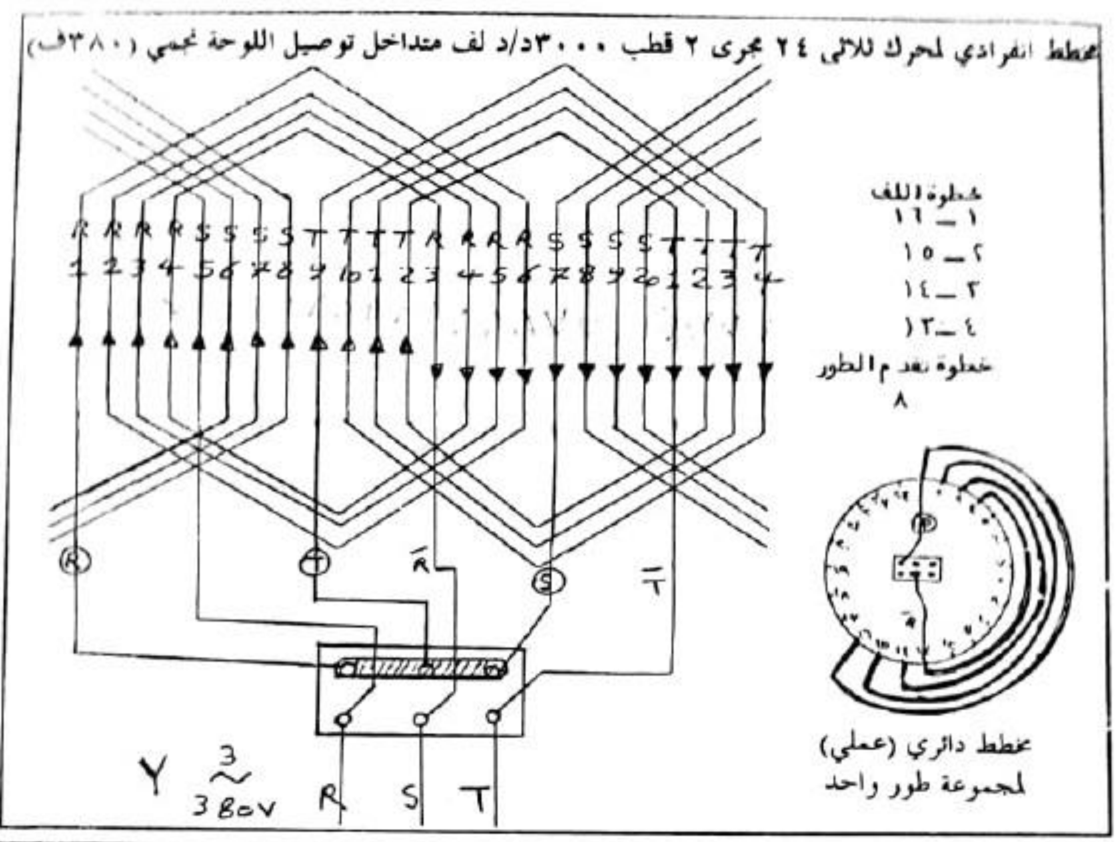
وتظهر المنحنيات الجيبية للتيار الثلاثي. أن التيار في أحد الأطوار يكون أعظمي موجب

بينما تكون سالبة ونصف القيمة في الطورين الآخرين في نفس اللحظة.

البدايات E_1 - E_2 - E_3 داخل الدائرة

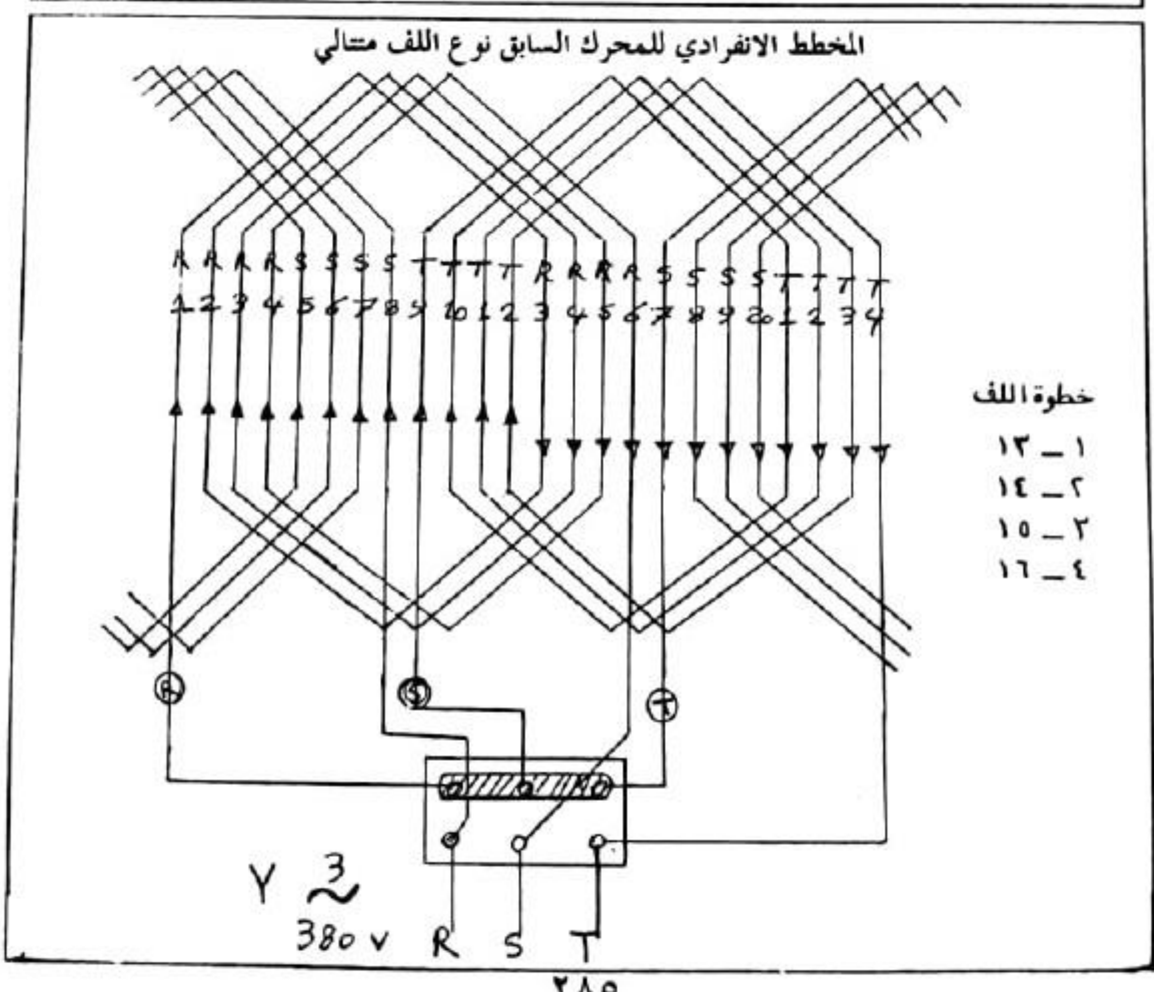
النهايات S_1 - S_2 - S_3

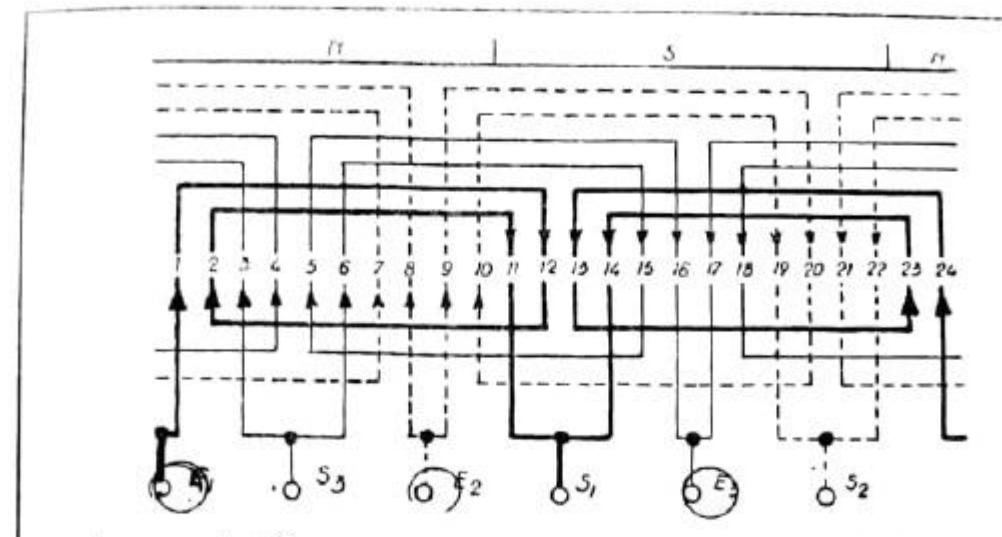
مخطط انفرادي لمحرك للاثي ٢٤ مجرى ٢ قطب ٣٠٠٠د/د لف متداخل توصيل اللوحة نجمي (٣٨٠ف)



مخطط دائري (عملي) لمجموعة طور واحد

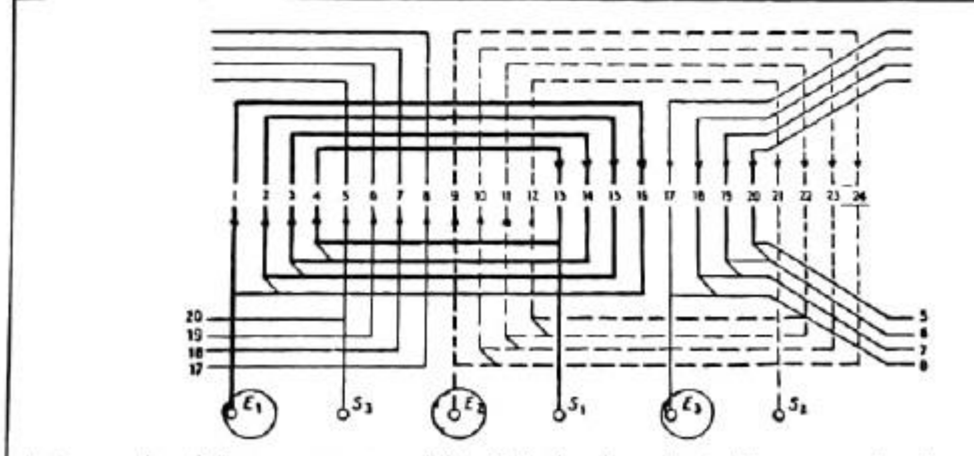
المخطط الانفرادي للمحرك السابق نوع اللف متتالي





مخطط محرك ثلاثي الطور ٢٤ مجرى ٢ قطب مؤلف من مجموعتين لكل طور موصولتين على التفرع ـ خطوة اللف ١ ـ ١٢ ـ ٢ ـ ١١ متداخل

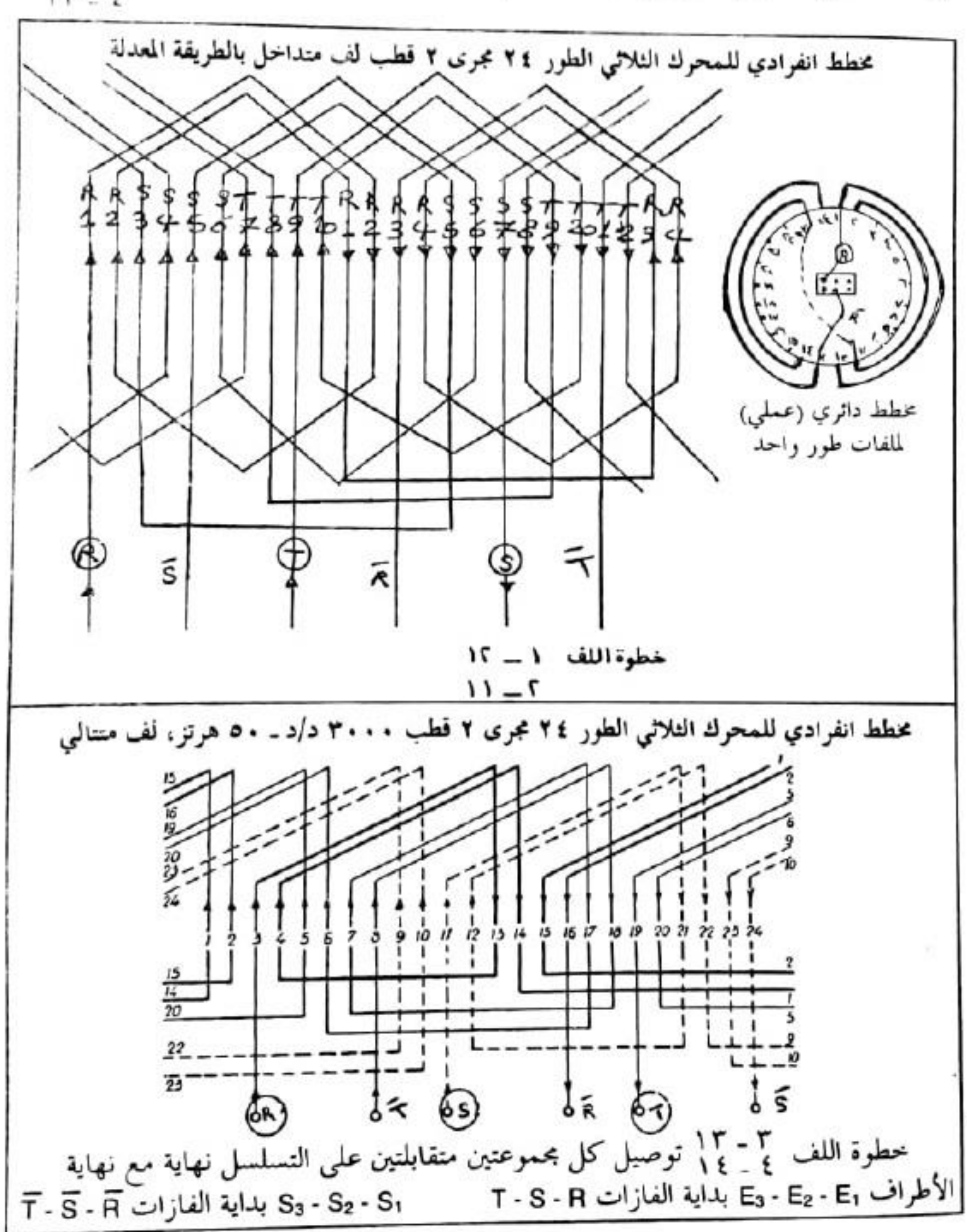
ويظهر كل طور بخط ذو شكل وسماكة مميزة. البدايات E_1 - E_2 - E_3 داخل الدائرة.



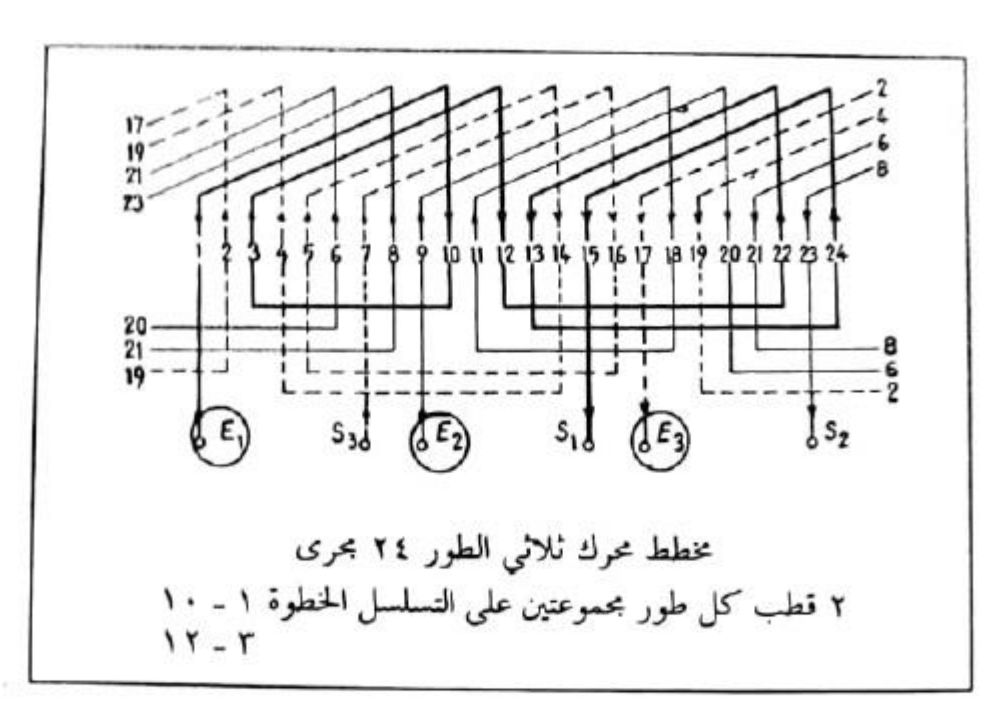
طريقة أخرى لتنفيذ رسم مخطط انفرادي لمحرك ثلاثي الطور ٢٤ مجرى ٢ قطب لف متداخل كل طور بمجموعة واحدة ذات ٤ ملفات

الخطوة (١ ـ ١٦) ـ (٢ ـ ١٥) ـ (٣ ـ ١٤) ـ (٤ ـ ١٣)

طريقة ثانية لتنفيذ لف محرك وثلاثي الطور ٢٤ مجرى ٢ قطب ٣٠٠٠د/د لف متداخل
تقسم المجموعة المؤلفة من أربع ملفات متداخلة أو متتالية إلى مجموعتين متقابلتين كل مجموعة مؤلفة من ملفين ويتم التوصيل بين كل مجموعتين متقابلتين نهاية مع نهاية.
خطوة اللف بعد التعديل (١ - ١٢ - ٢ - ١١) متداخل والخطوة الأصلية ١ - ١٦
وبالطريقة المعدلة نقصر خطوة اللف ونوفر في الأسلاك ٢ - ١٥
ونخفف من الضياع الحراري والمغناطيسي. ٣ - ١٤
٤ - ١٣



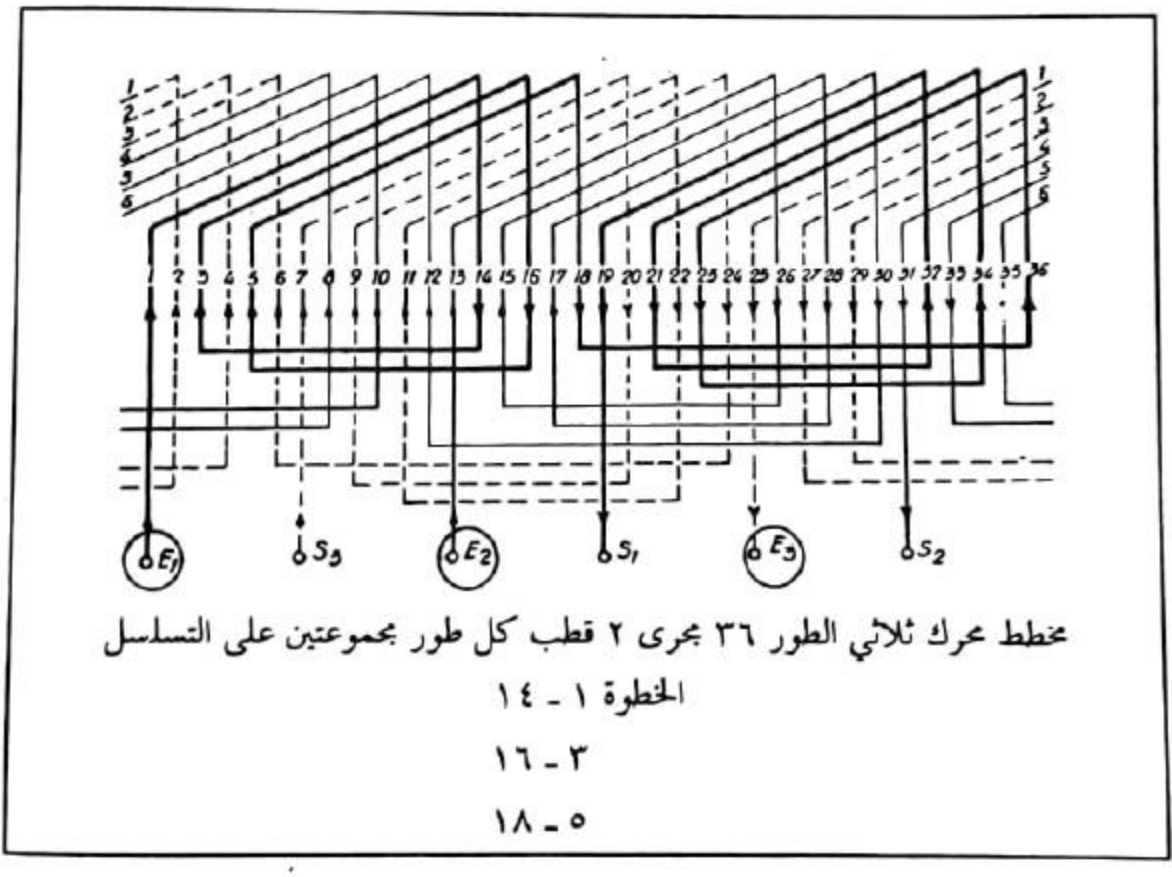
خطوة اللف ٣ - ١٣ / ٤ - ١٤ توصيل كل مجموعتين متقابلتين على التسلسل نهاية مع نهاية
الأطراف E_1 - E_2 - E_3 بداية الفازات R - S - T S_1 - S_2 - S_3 بداية الفازات $\bar{R}$ - $\bar{S}$ - $\bar{T}$



مخطط محرك ثلاثي الطور ٢٤ مجرى

٢ قطب كل طور بمجموعتين على التسلسل الخطوة ١ - ١٠

٣ - ١٢

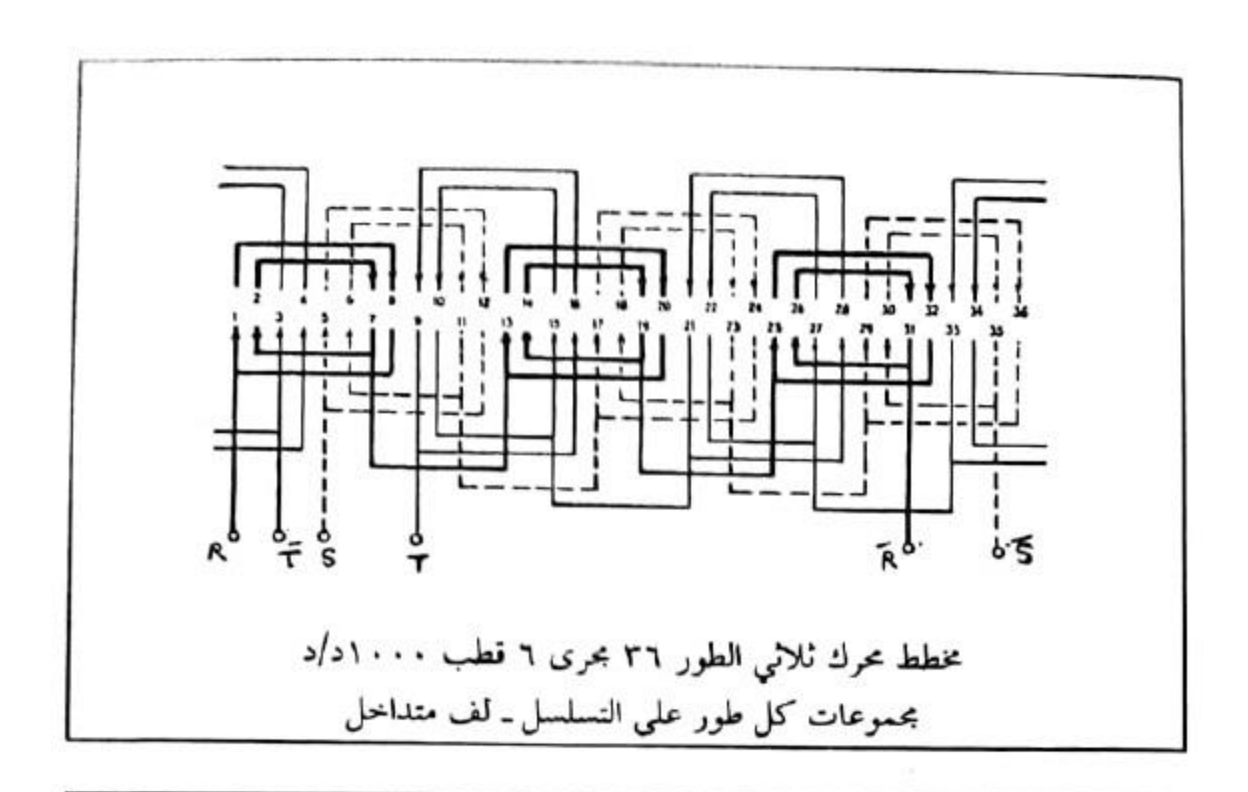


مخطط محرك ثلاثي الطور ٣٦ مجرى ٢ قطب كل طور بمجموعتين على التسلسل

الخطوة ١ - ١٤

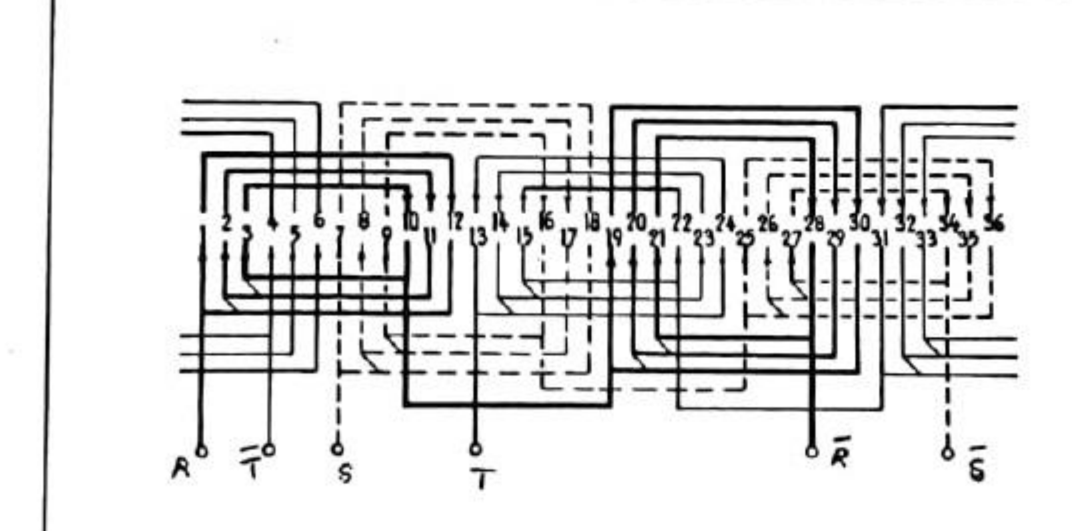
٣ - ١٦

٥ - ١٨



مخطط محرك ثلاثي الطور ٣٦ مجرى ٦ قطب ١٠٠٠د/د

مجموعات كل طور على التسلسل ـ لف متداخل

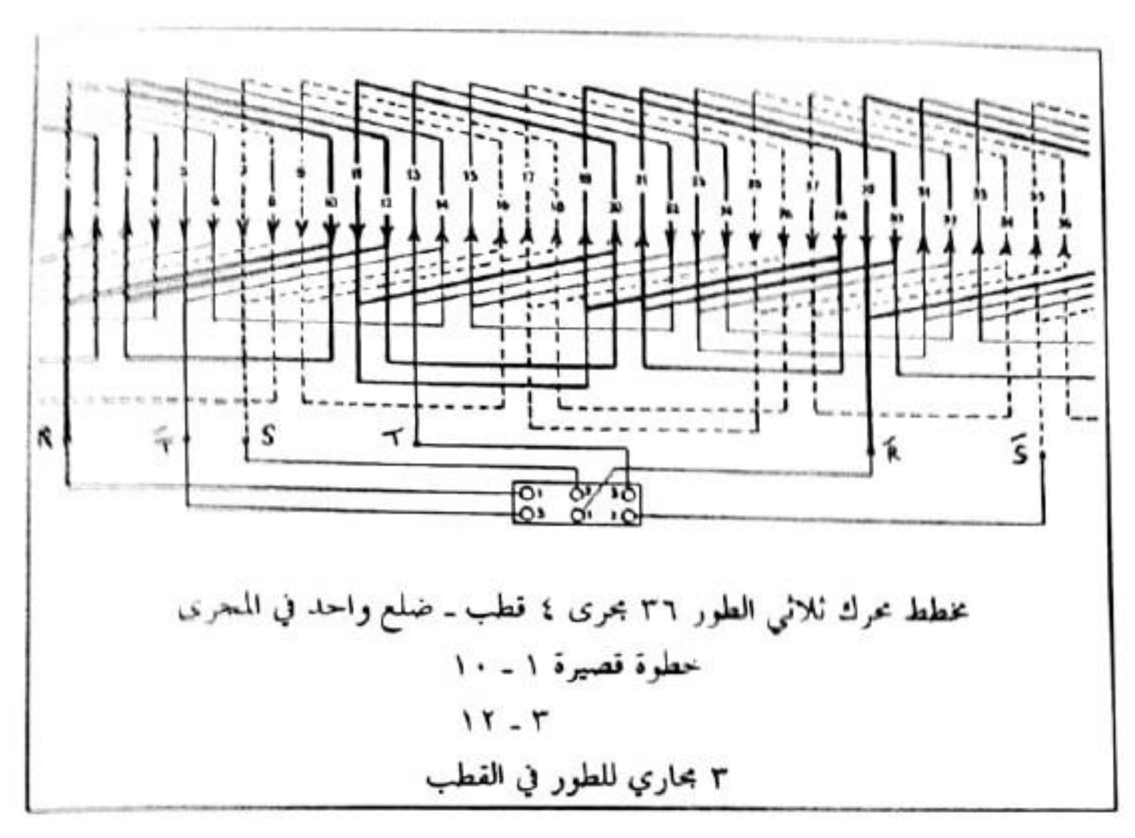


مخطط محرك ثلاثي الطور ٣٦ مجرى ٤ قطب ١٥٠٠د/د لف متداخل توصل المجموعة القصيرة مع المجموعة الطويلة المقابلة توصيل نهاية مع بداية

الخطوة ١ ـ ١٢

٢ ـ ١١

٣ ـ ١٠

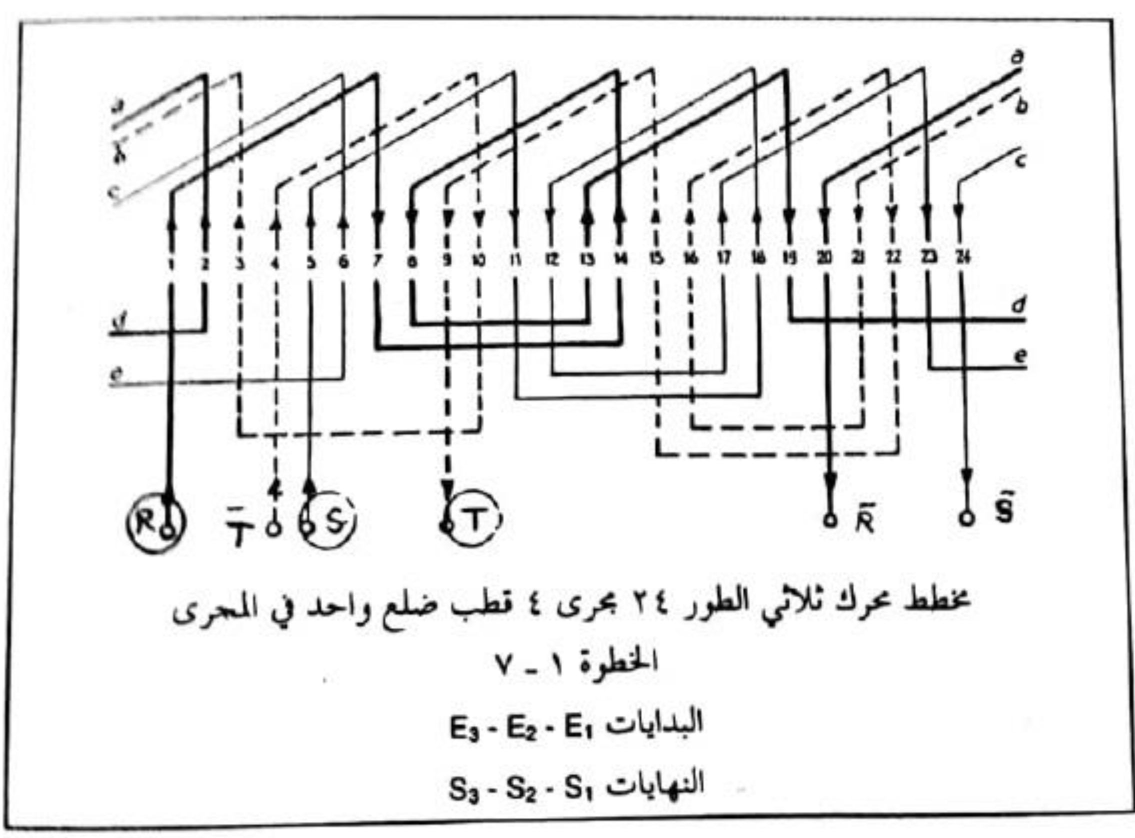


مخطط محرك ثلاثي الطور ٣٦ مجرى ٤ قطب - ضلع واحد في المجرى

خطوة قصيرة ١ - ١٠

٣ - ١٢

٣ مجاري للطور في القطب

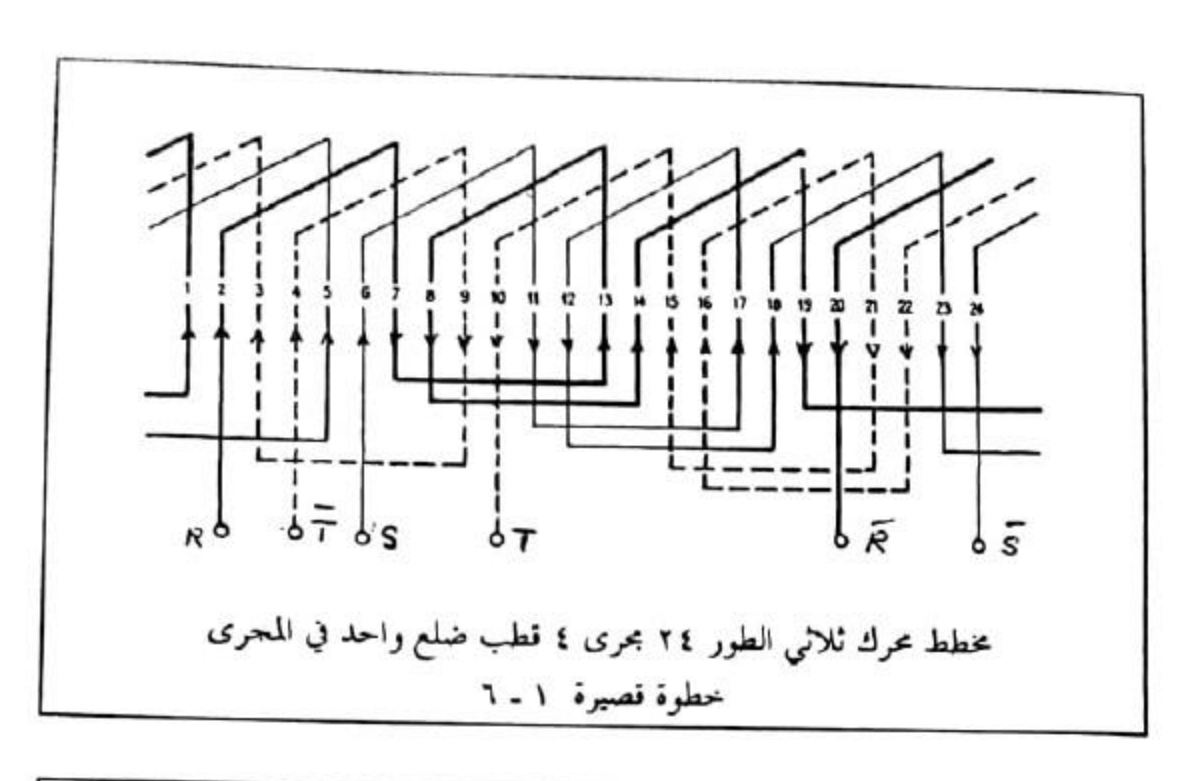


مخطط محرك ثلاثي الطور ٢٤ مجرى ٤ قطب ضلع واحد في المجرى

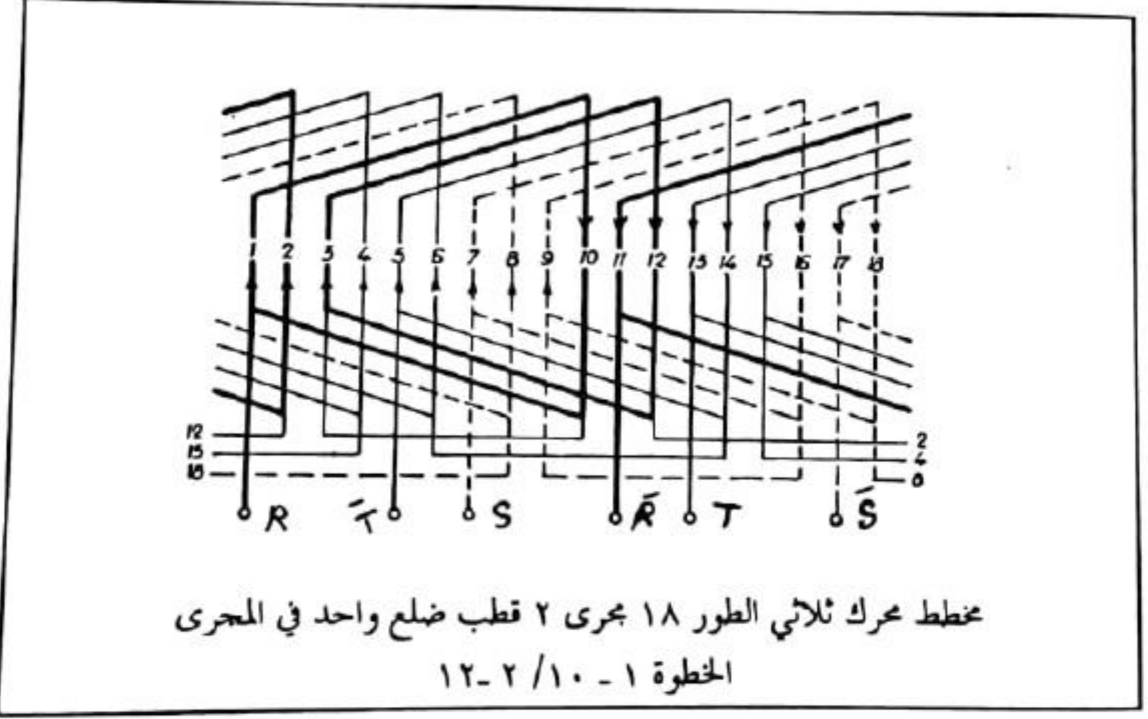
الخطوة ١ - ٧

البدايات E_1 - E_2 - E_3

النهايات S_1 - S_2 - S_3

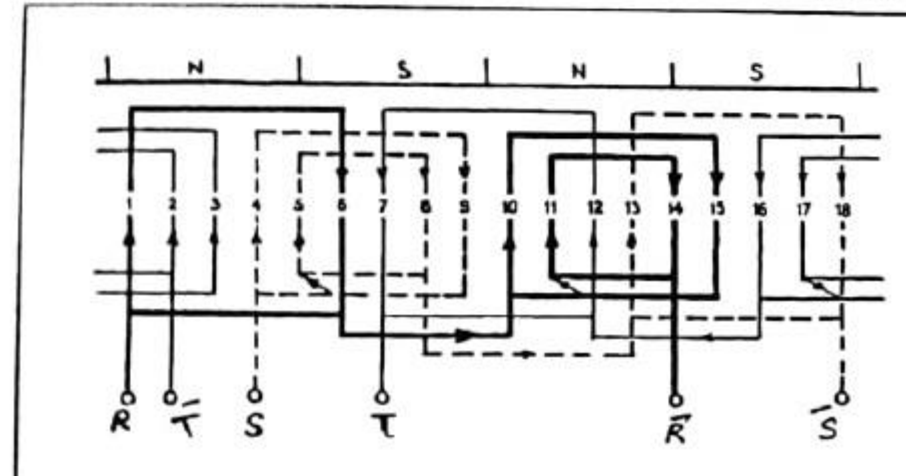


مخطط محرك ثلاثي الطور ٢٤ مجرى ٤ قطب ضلع واحد في المجرى
خطوة قصيرة ١ - ٦



مخطط محرك ثلاثي الطور ١٨ مجرى ٢ قطب ضلع واحد في المجرى
الخطوة ١ - ١٠/ ٢ -١٢

مخططات بعض المحركات النادرة حيث يكون عـدد مجاري الطور في كل قطب عدداً غير صحيح مما يفرض أن تكون مجموعات الطور غير متماثلة كما في المخططات التالية:

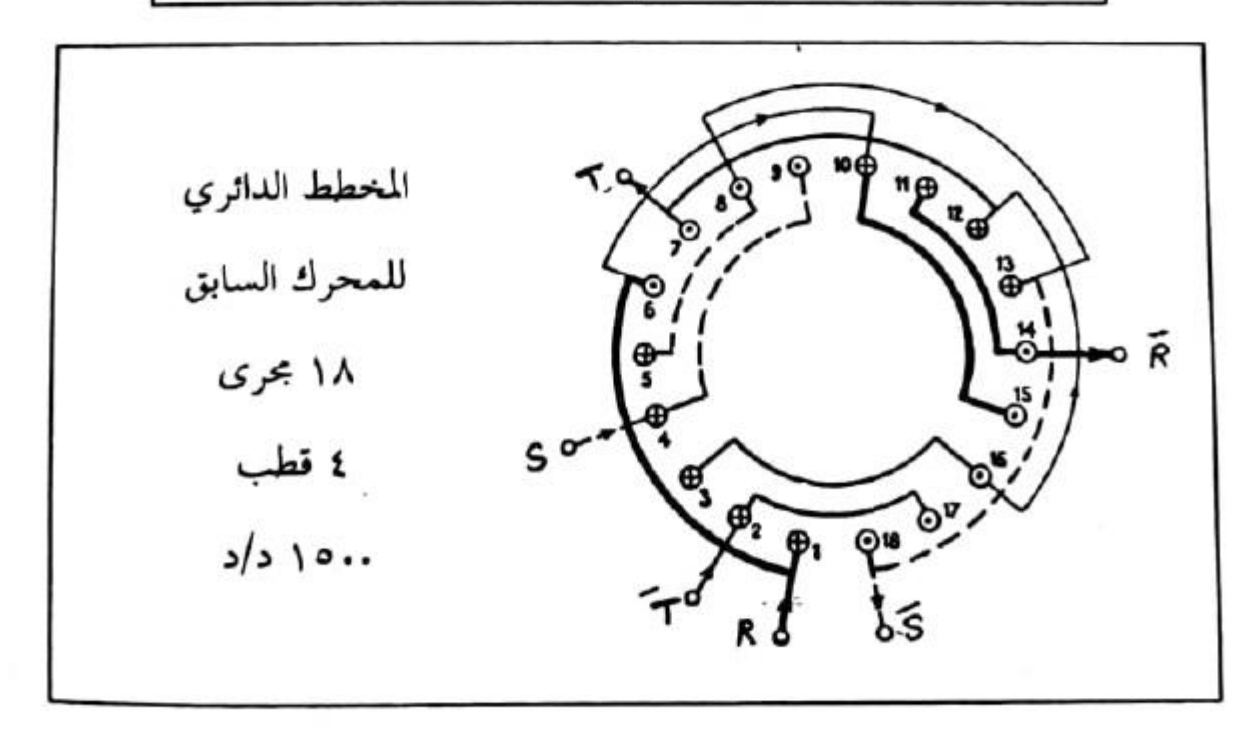


مخطط انفرادي لمحرك ثلاثي الطور ١٨ مجرى ٤ قطب ١٥٠٠ د/د، فنجد أن للطور مجموعتان متقابلتان مجموعة فيه ملف واحد خطوته ١ ـ ٦ والمجموعة المقابلة مؤلفة من ملفين متداخلين ١٠ ـ ١٥

١١ ـ ١٤

وبشكل مماثل في الطورين الآخرين .

ونجد أن الخطوة القطبية = $\frac{١٨}{٤}$ = ٤,٥ مجرى فهي ٤ مجرى في قطب و ٥ مجرى في قطب آخر.



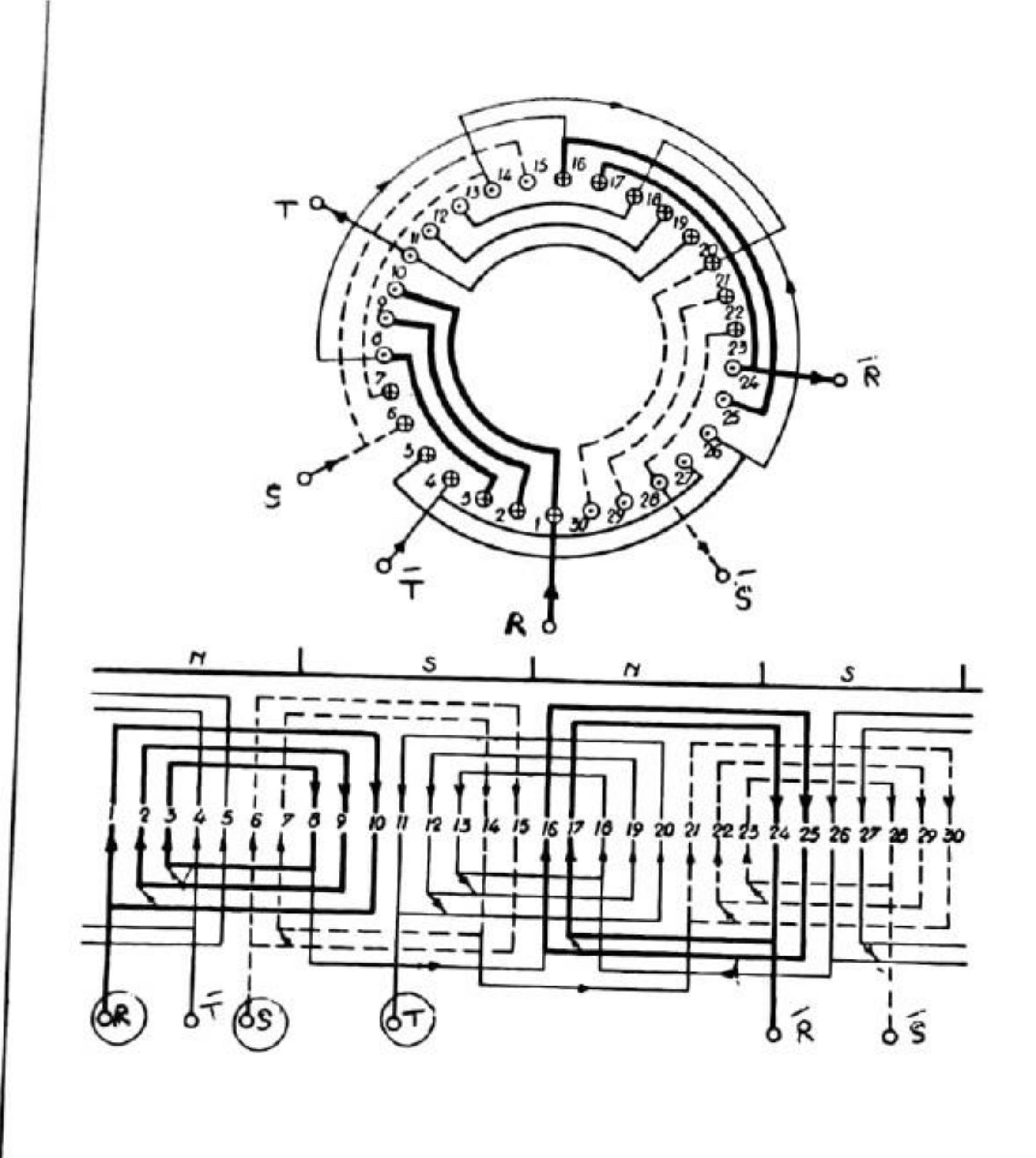
المخطط الدائري

للمحرك السابق

١٨ مجرى

٤ قطب

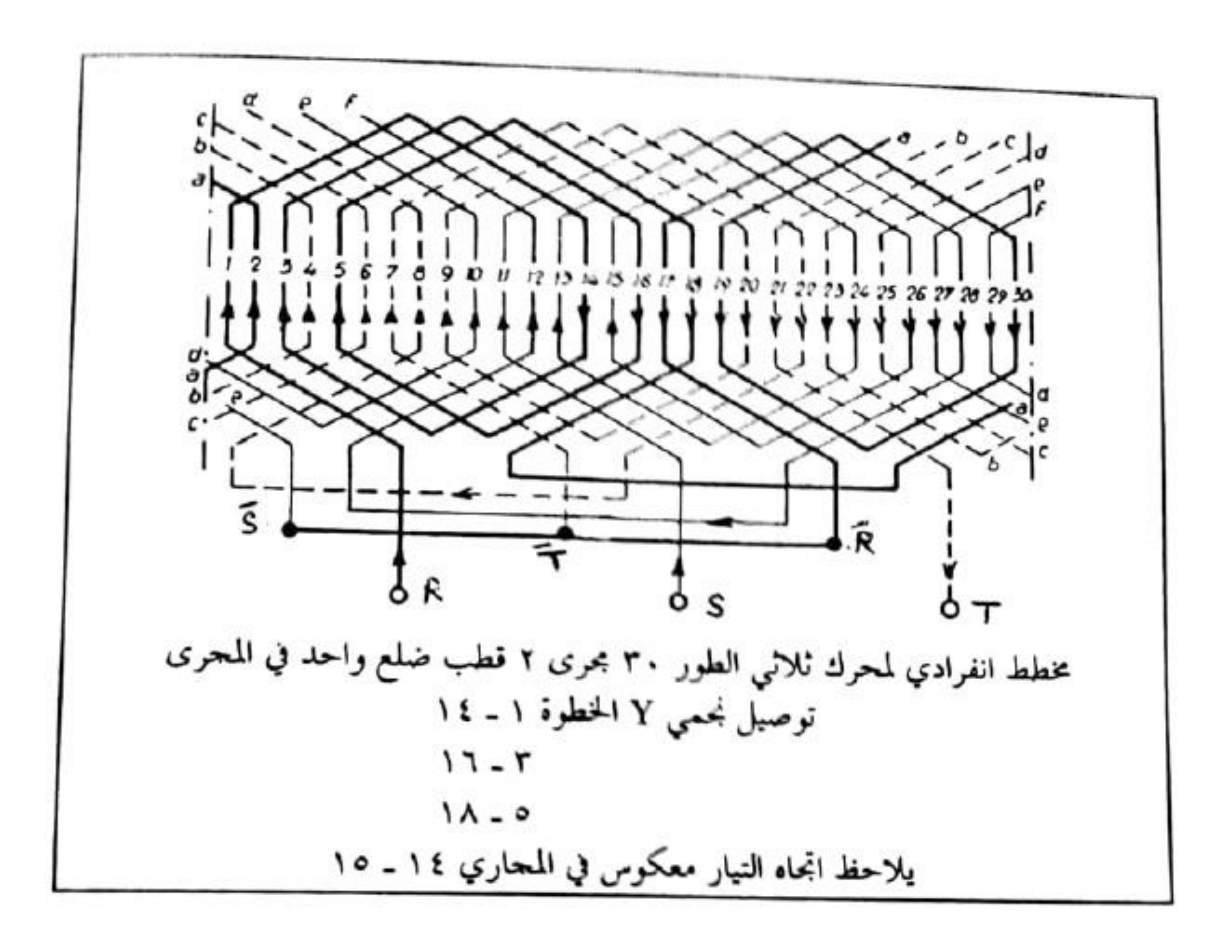
١٥٠٠ د/د



مخطط انفرادي ودائري لمحرك ٣٠ مجرى ٤ قطب بمجموعاته غير متماثلة

(بمجموعةطور ٣ ملفات والمجموعة الأخرى ملفين)

توصيل تسلسلي نهاية مع بداية



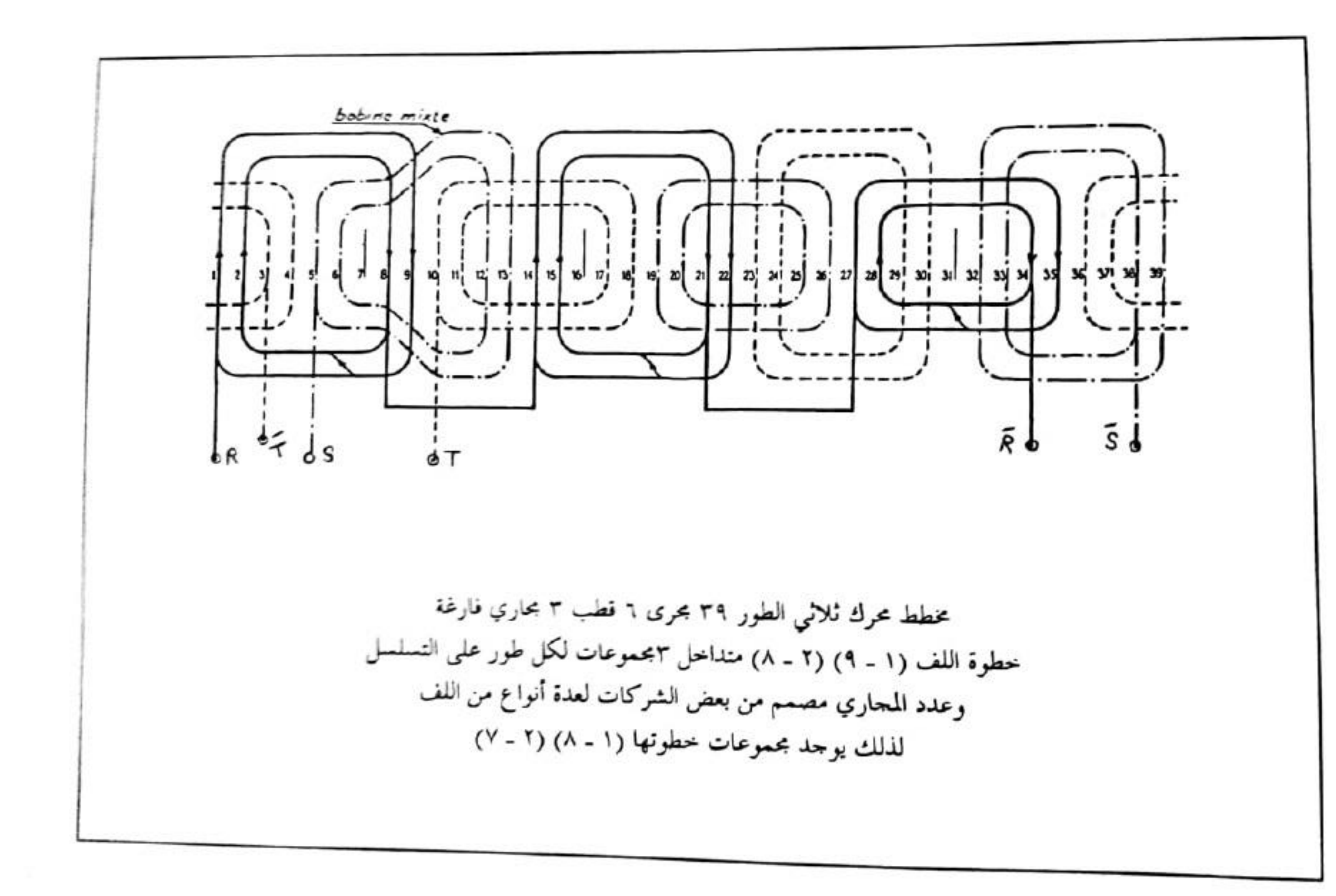
مخطط انفرادي لمحرك ثلاثي الطور ٣٠ مجرى ٢ قطب ضلع واحد في المجرى

توصيل نجمي Y الخطوة ١ ـ ١٤

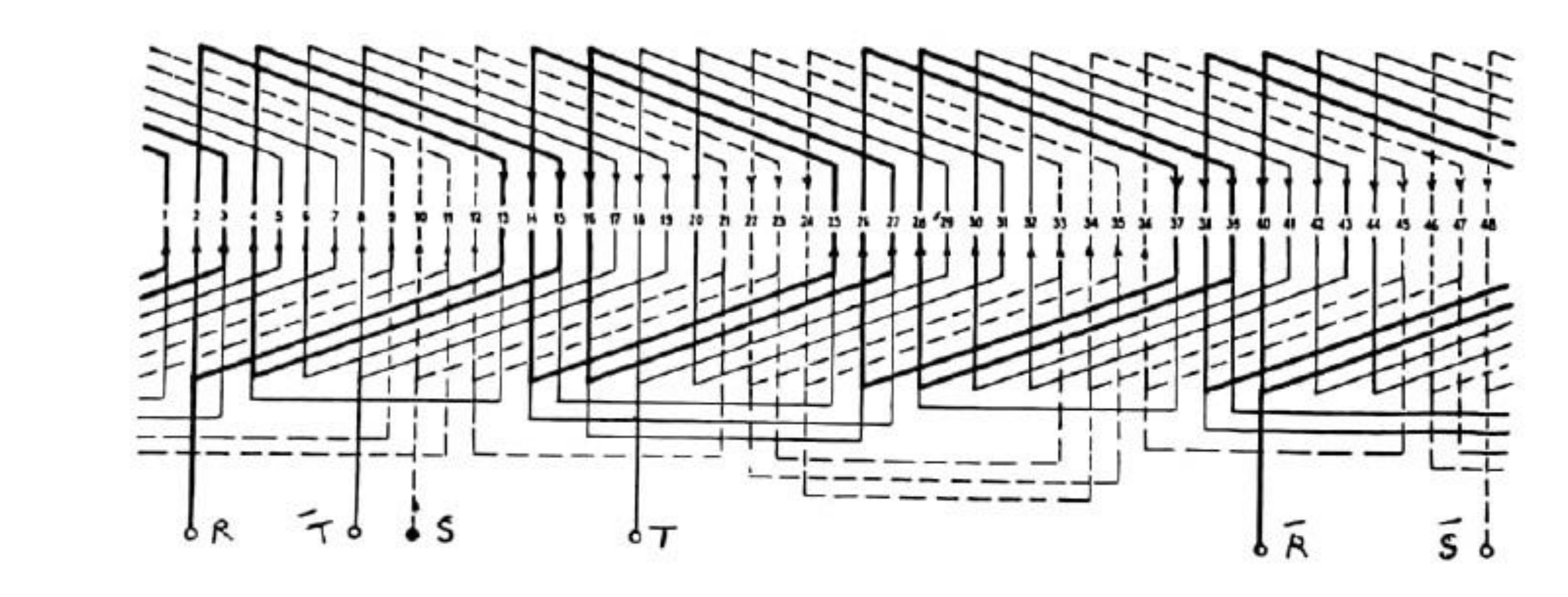
٣ ـ ١٦

٥ ـ ١٨

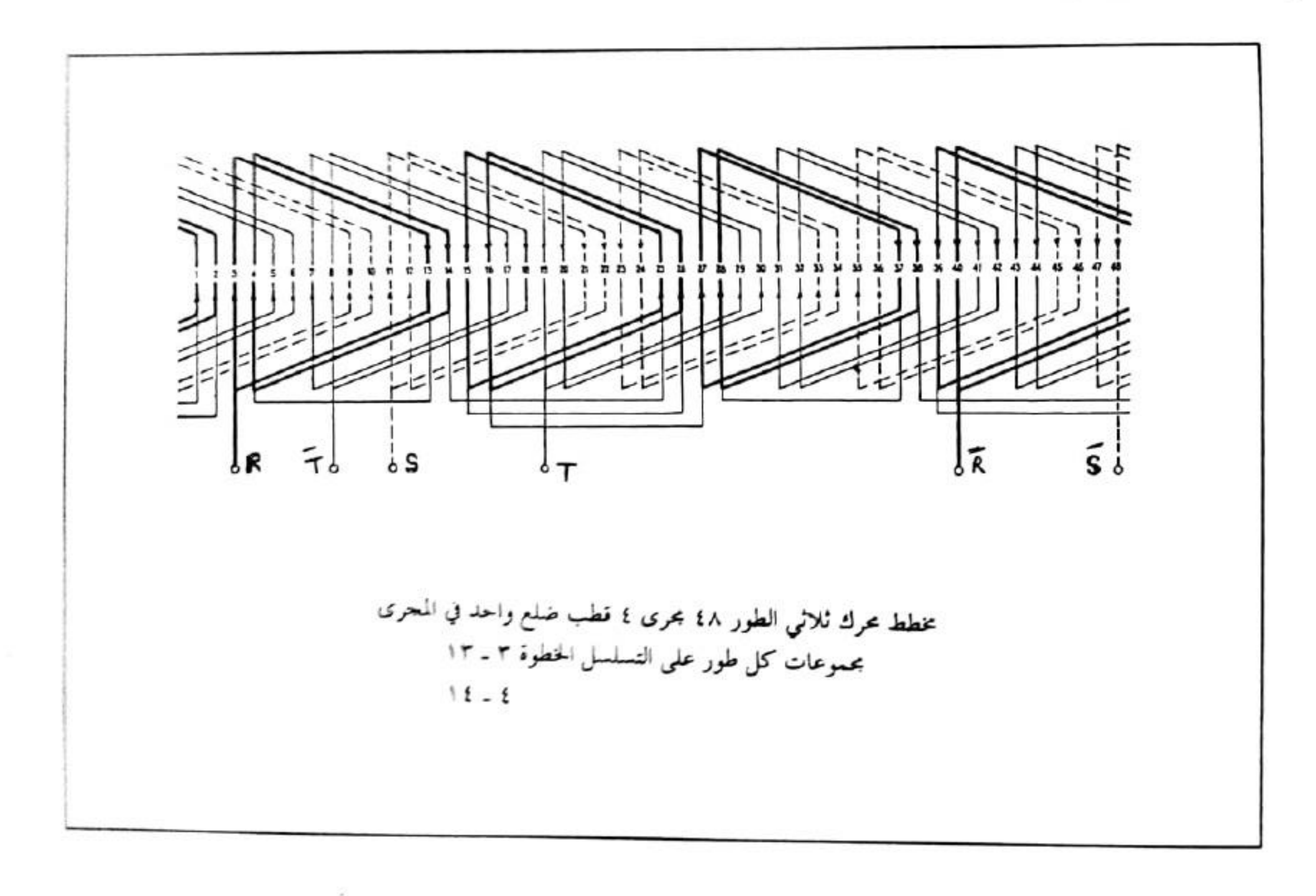
يلاحظ اتجاه التيار معكوس في المجاري ١٤ ـ ١٥



مخطط محرك ثلاثي الطور ٣٩ مجرى ٦ قطب ٣ مجاري فارغة
خطوة اللف (١ - ٩) (٢ - ٨) متداخل ٣مجموعات لكل طور على التسلسل
وعدد المجاري مصمم من بعض الشركات لعدة أنواع من اللف
لذلك يوجد مجموعات خطوتها (١ - ٨) (٢ - ٧)



مخطط محرك ثلاثي الطور ٤٨ مجرى ٤ قطب ضلع واحد في المجرى
مجموعات كل طور على التسلسل الخطوة ٢ - ١٣ / ٤ - ١٥



مخطط محرك ثلاثي الطور ٤٨ مجرى ٤ قطب ضلع واحد في المجرى
مجموعات كل طور على التسلسل الخطوة ٣ - ١٣
٤ - ١٤

اللف بطريقة ضلعين في المجرى

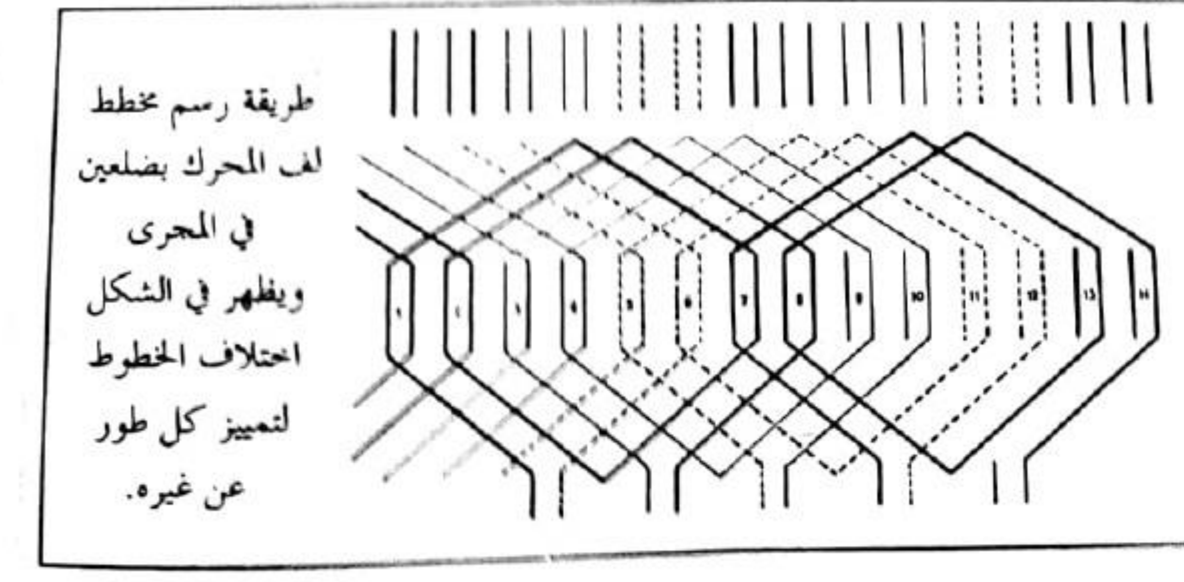
يمكن تنفيذ لف العضو الثابت في المحرك بطريقة الضلعين في المجرى الواحد حيث يتبع أحد الضلعين لملف والضلع الآخر يتبع لملف آخر ويوضع بينهما عازل الكرتون أو غيره (مثل تغليفه بعازل قماشي شريطي) (ايزيس)، وعادة إذا وضع أحد ضلعي ملف في الأسفل يوضع الضلع الآخر لنفس الملف في الأعلى ويظهر في المخطط على يمين رقم المجرى للضلع السفلي وعلى يسار رقم المجرى للضلع العلوي أو بالعكس، ويجب أن يكون لهما مغناطيسية متماثلة أي فيهما نفس اتجاه المجرى.



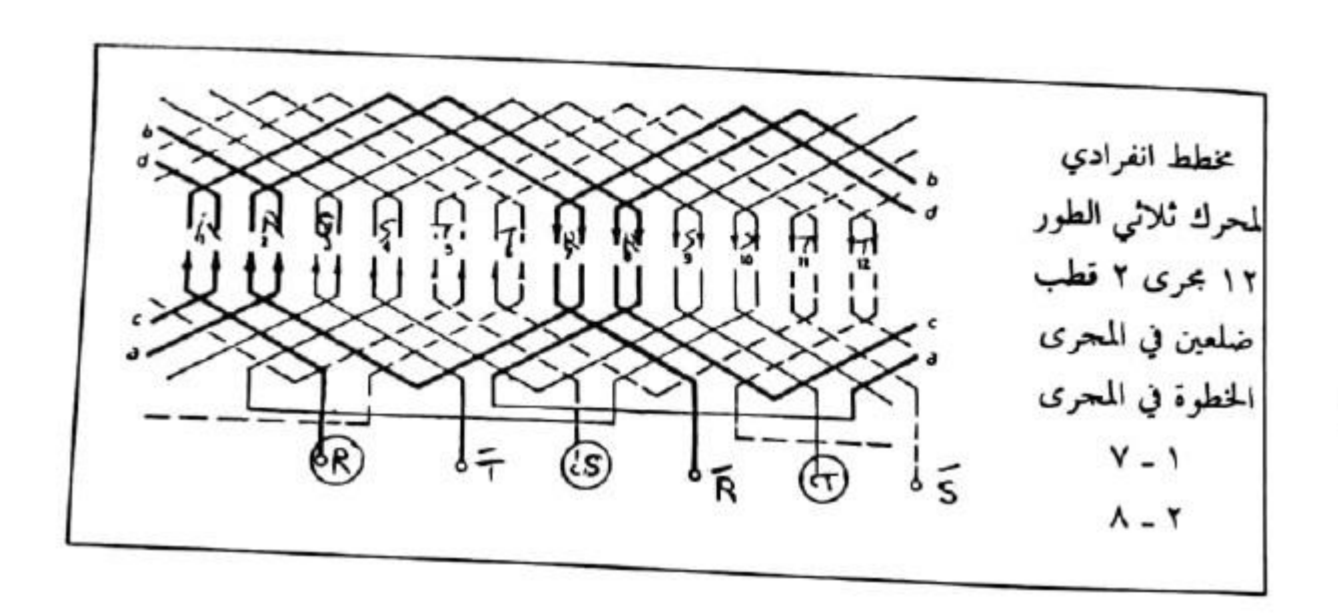
عملية تنزيل ملفات محرك ضلعين في المجرى
أطراف الملفات مغلفة بشريط قماشي



عملية تنزيل ملفات محرك ضلعين في المجرى
الملفات غير مغلفة

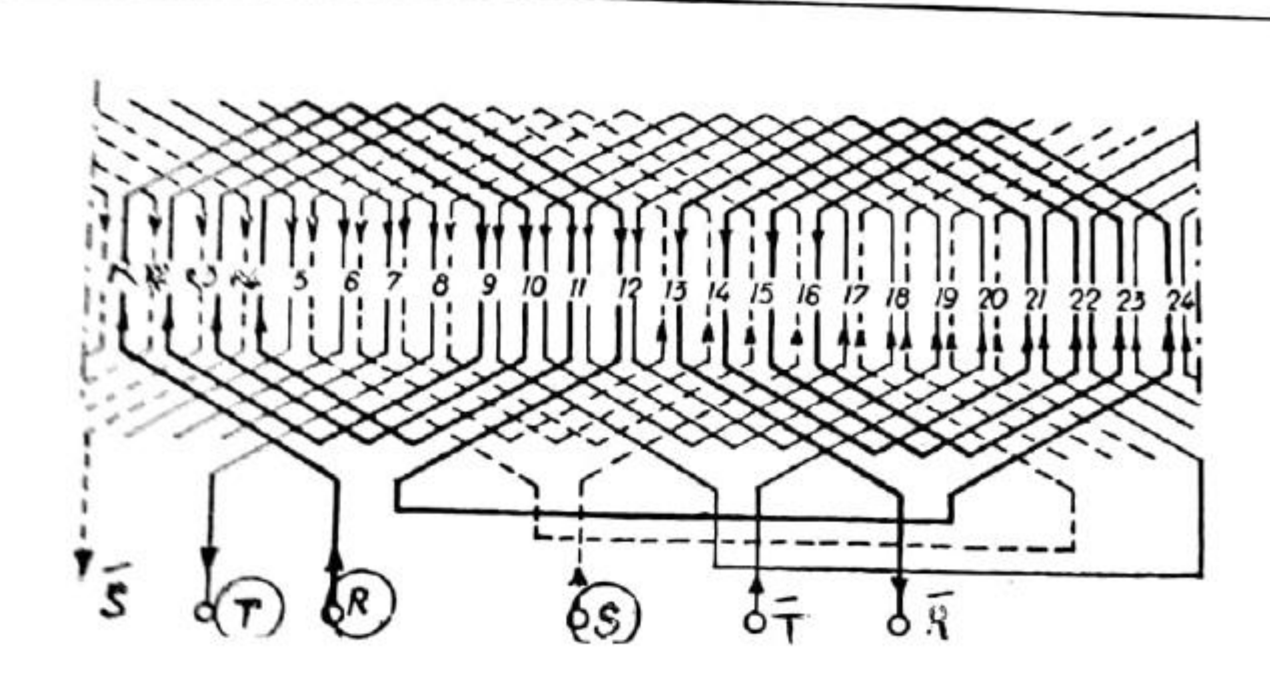


طريقة رسم مخطط لف المحرك بضلعين في المجرى ويظهر في الشكل اختلاف الخطوط لتمييز كل طور عن غيره.



مخطط انفرادي
لمحرك ثلاثي الطور
١٢ مجرى ٢ قطب
ضلعين في المجرى
الخطوة في المجرى
١ - ٧
٢ - ٨

مخطط انفرادي لمحرك ثلاثي الطور ١٨ مجرى ٢ قطب ضلعين في المجرى
الخطوة قصيرة ١ - ٨/ ٢ - ٩ / ٣ - ١٠
يلاحظ وجود مجاري مغناطيسيتها مختلفة وهي ٨ - ٩ - ١٧ - ١٨



مخطط انفرادي لمحرك ثلاثي الطور ٢٤ مجرى ٢ قطب ضلعين في المجرى

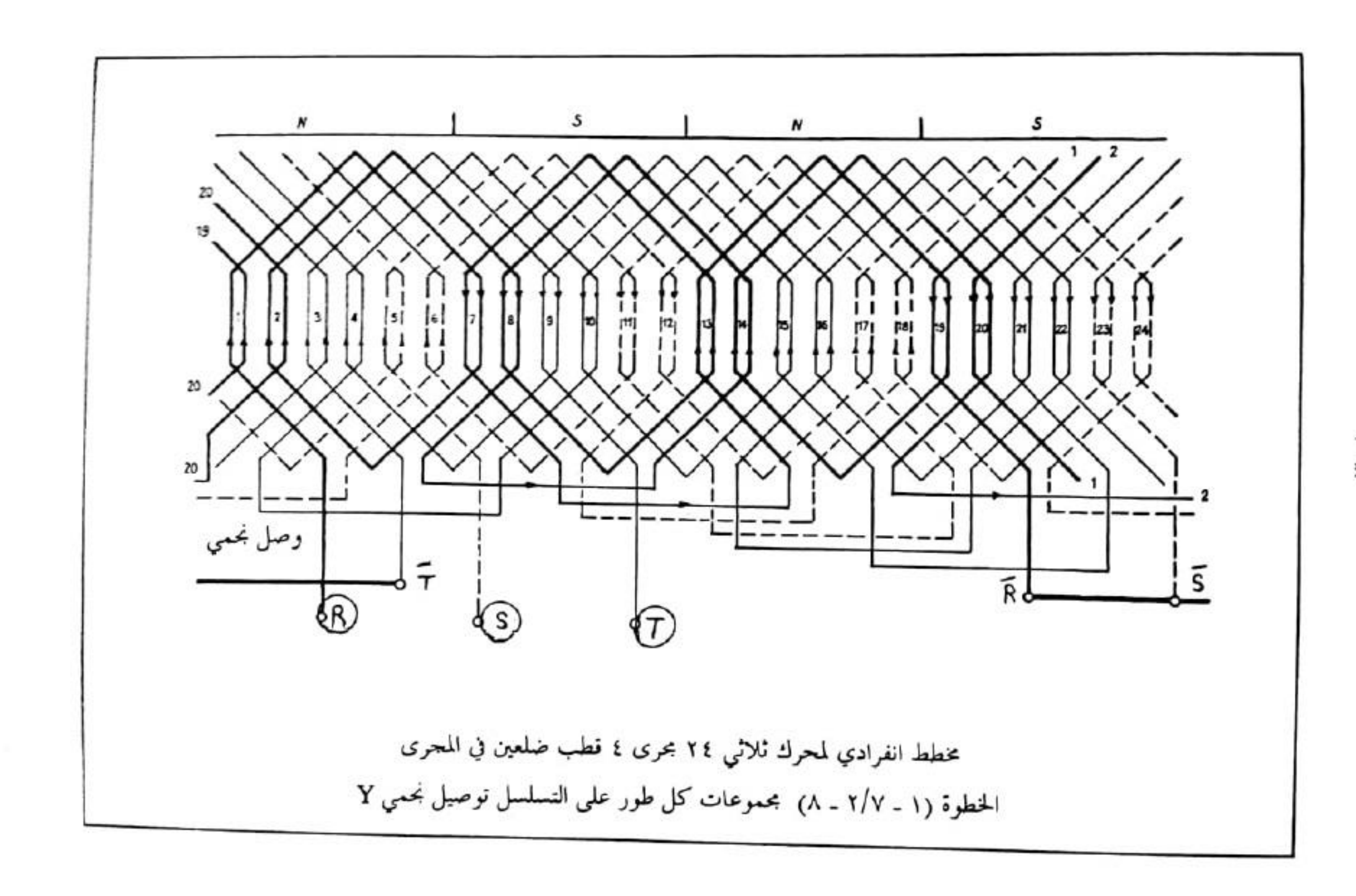
الخطوة قصيرة ١ ـ ٩

٢ ـ ١٠

٣ ـ ١١

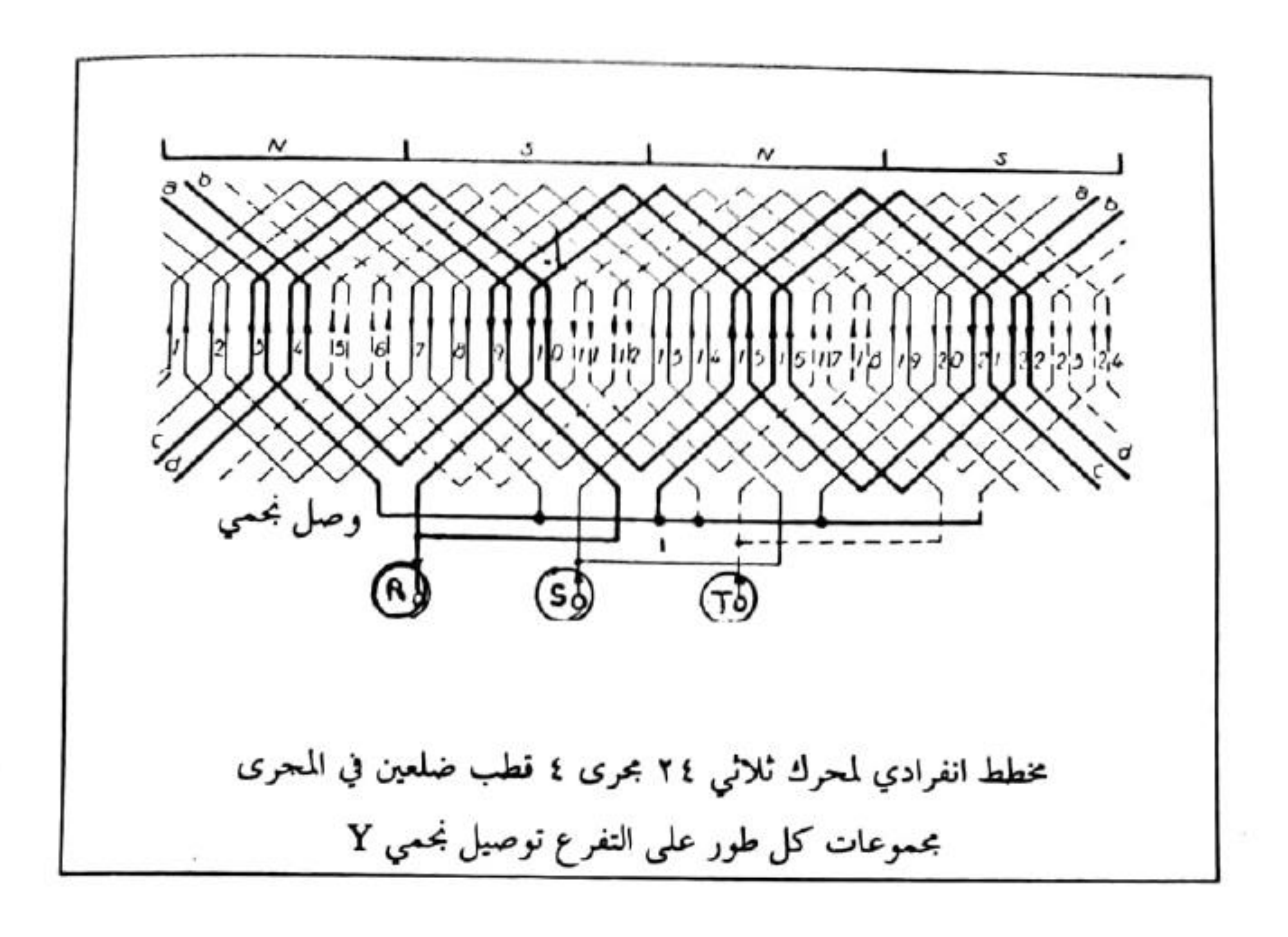
٤ ـ ١٢

ويلاحظ وجود مجاري مغناطيسيتها مختلفة وهي ١ ـ ٢ ـ ٣ ـ ٤ ـ ١٣ ـ ١٤ ـ ١٥ ـ ١٦

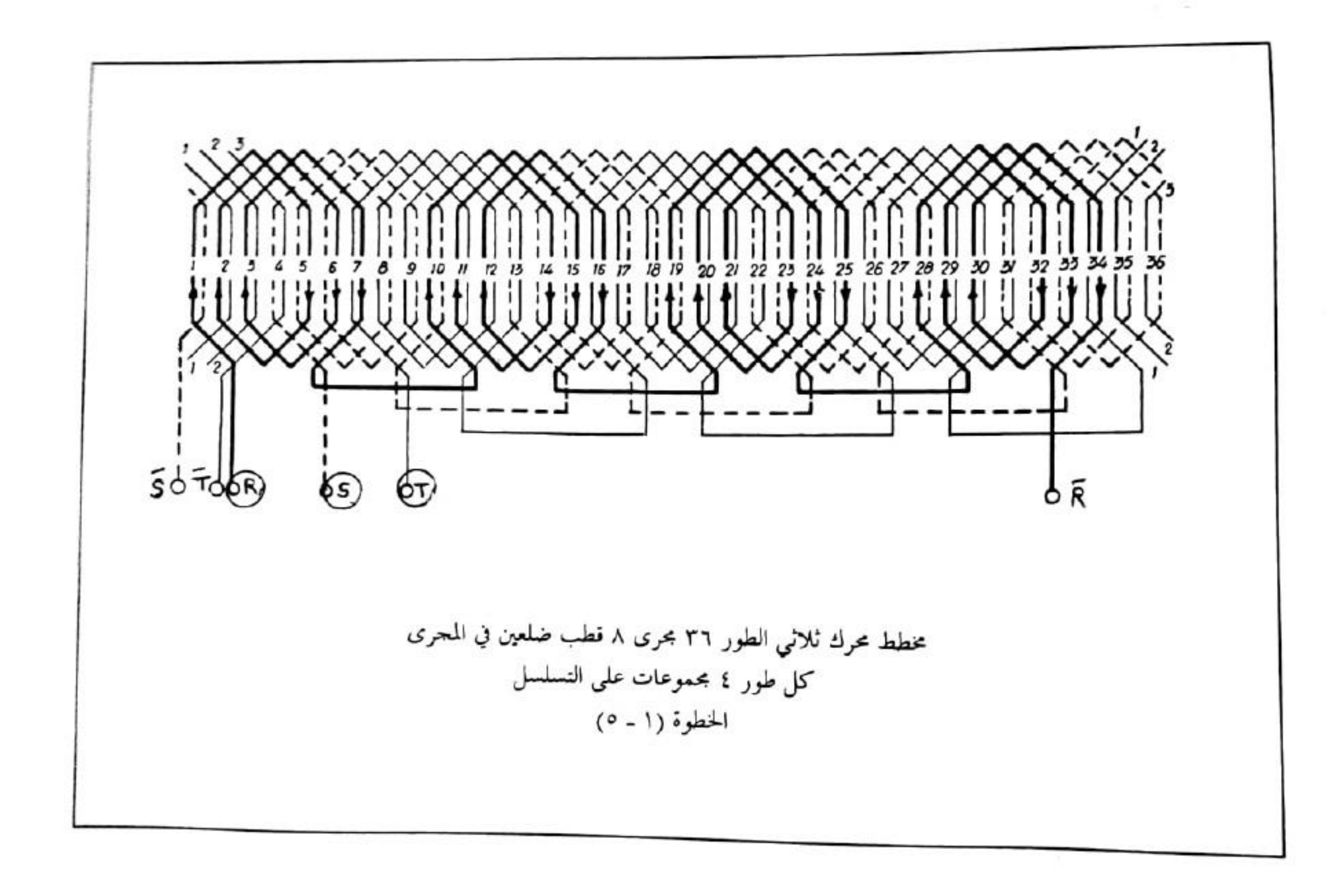


مخطط انفرادي لمحرك ثلاثي ٢٤ مجرى ٤ قطب ضلعين في المجرى

الخطوة (١ - ٢/٧ - ٨) مجموعات كل طور على التسلسل توصيل نجمي Y

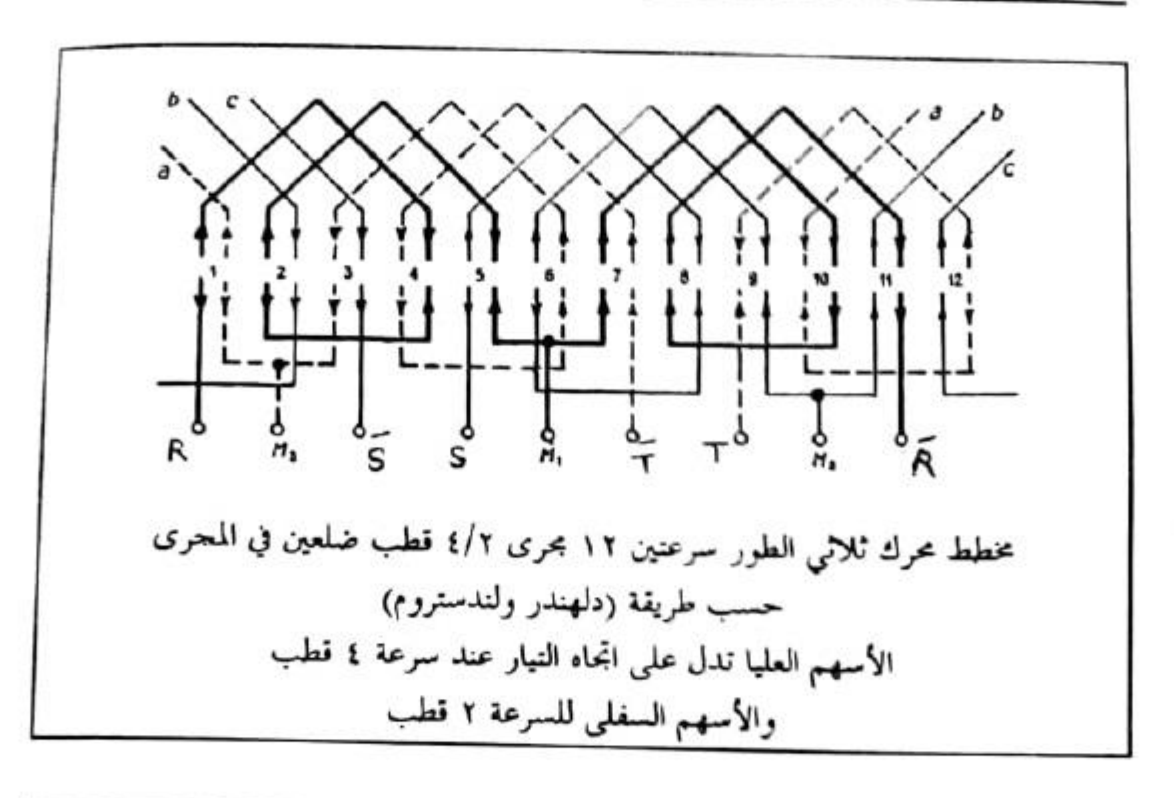


مخطط انفرادي لمحرك ثلاثي ٢٤ مجرى ٤ قطب ضلعين في المجرى
مجموعات كل طور على التفرع توصيل نجمي Y

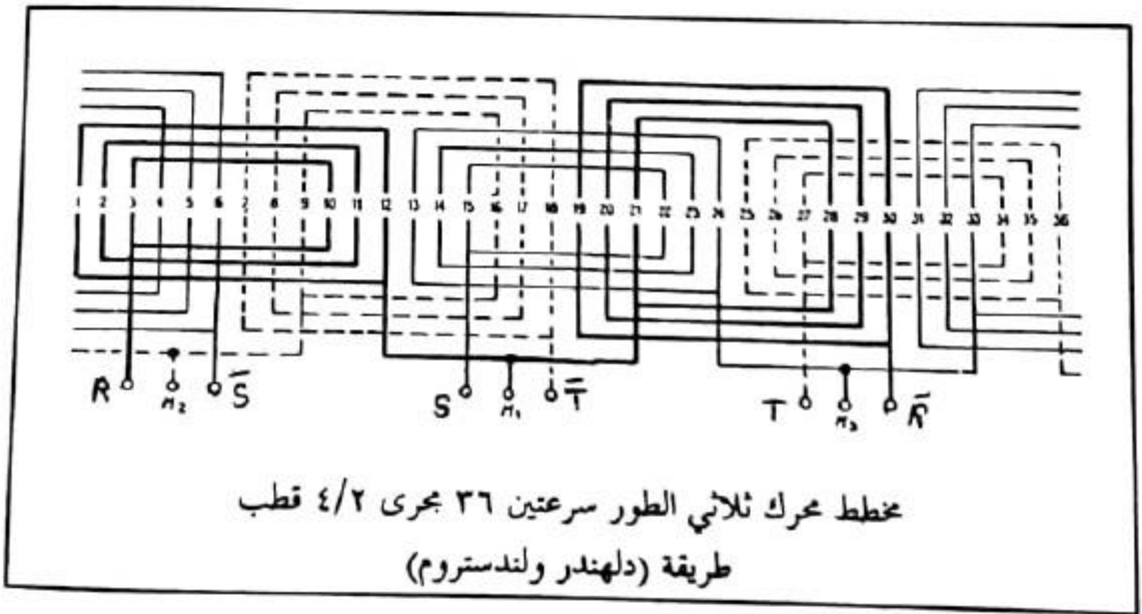


مخطط محرك ثلاثي الطور ٣٦ مجرى ٨ قطب ضلعين في المجرى
كل طور ٤ مجموعات على التسلسل
الخطوة (١ - ٥)

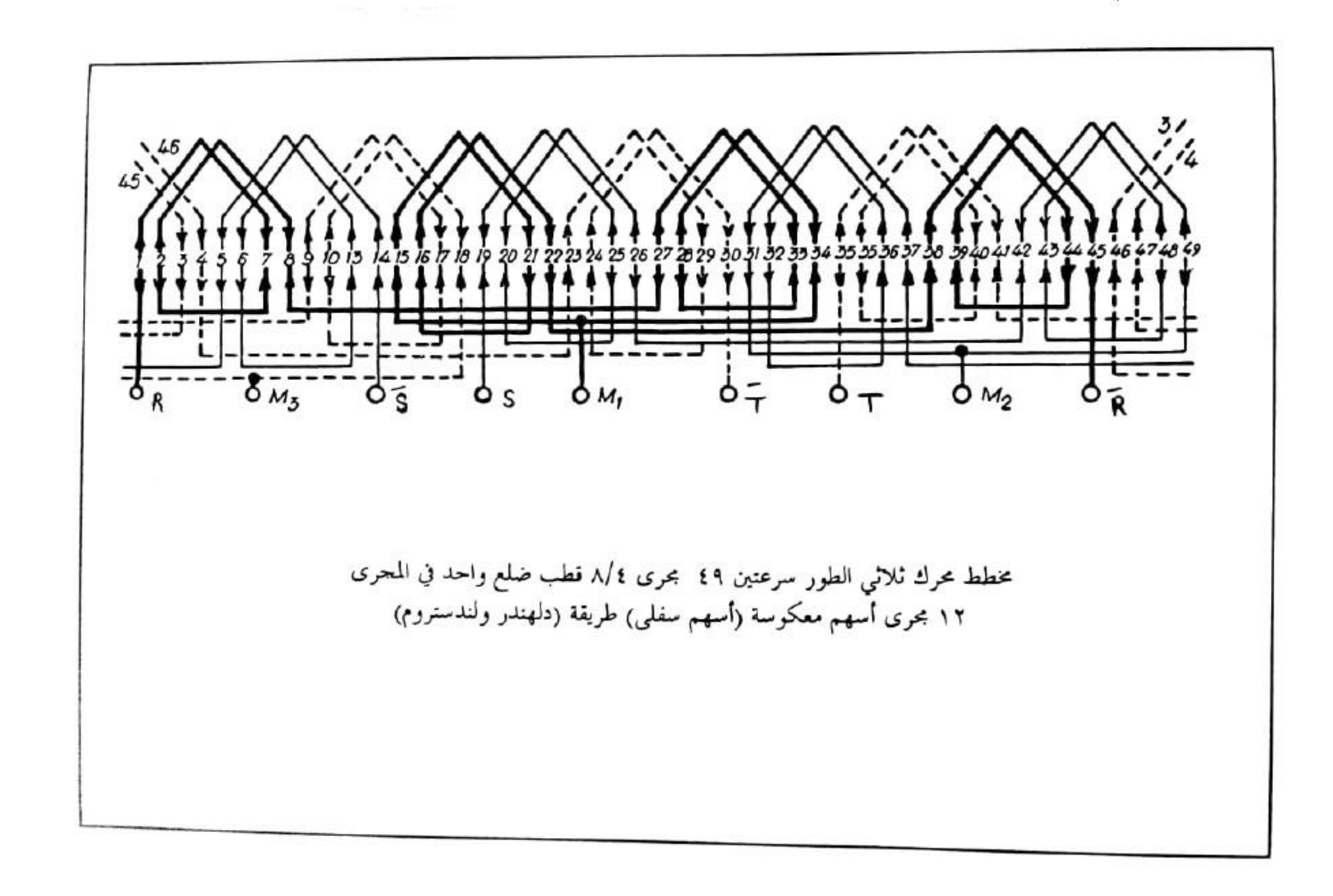
محركات السرعتين (الثلاثية):



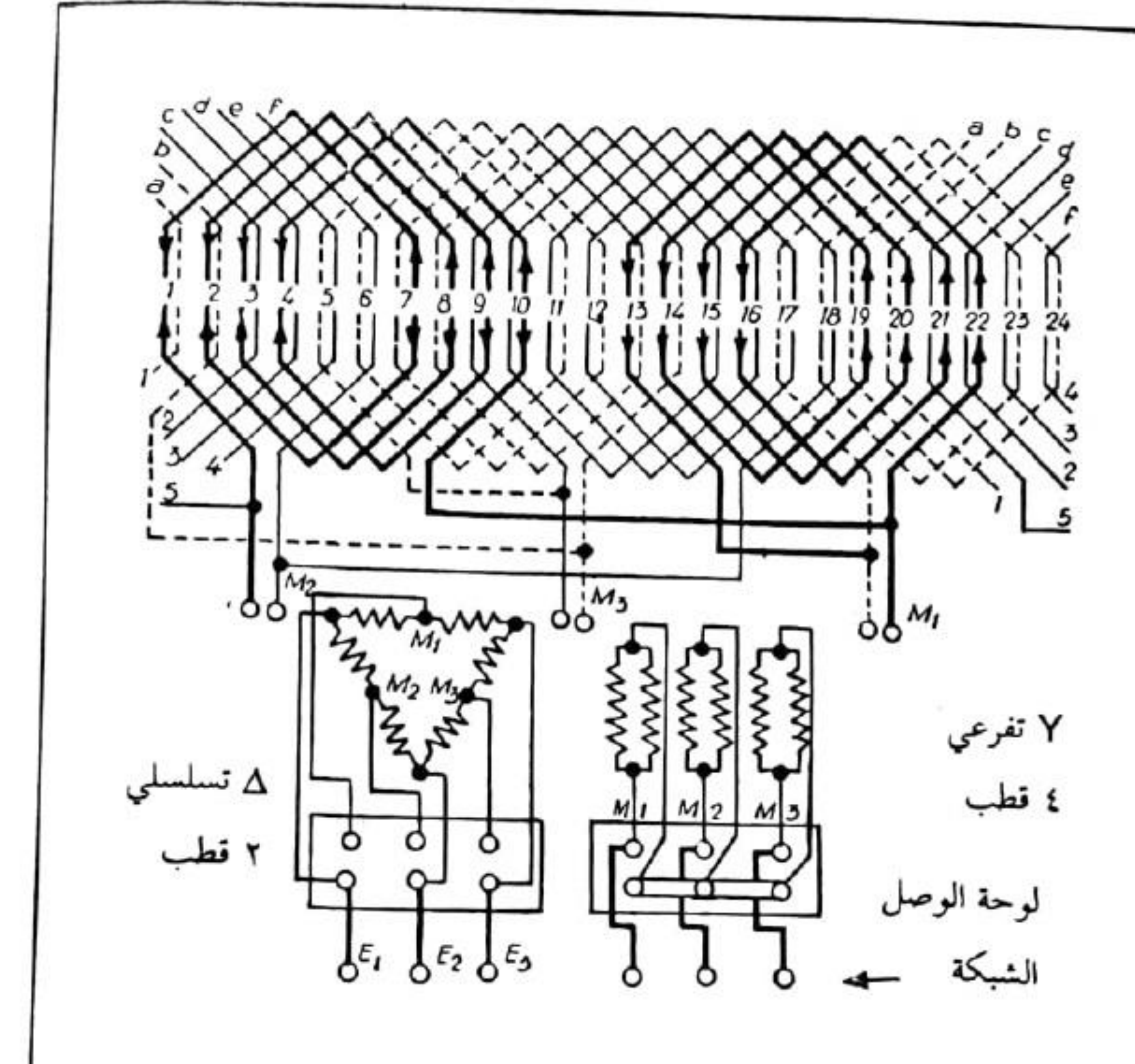
مخطط محرك ثلاثي الطور سرعتين ١٢ مجرى ٤/٢ قطب ضلعين في المجرى
حسب طريقة (دلهندر ولندستروم)
الأسهم العليا تدل على اتجاه التيار عند سرعة ٤ قطب
والأسهم السفلى للسرعة ٢ قطب



مخطط محرك ثلاثي الطور سرعتين ٣٦ مجرى ٤/٢ قطب
طريقة (دلهندر ولندستروم)



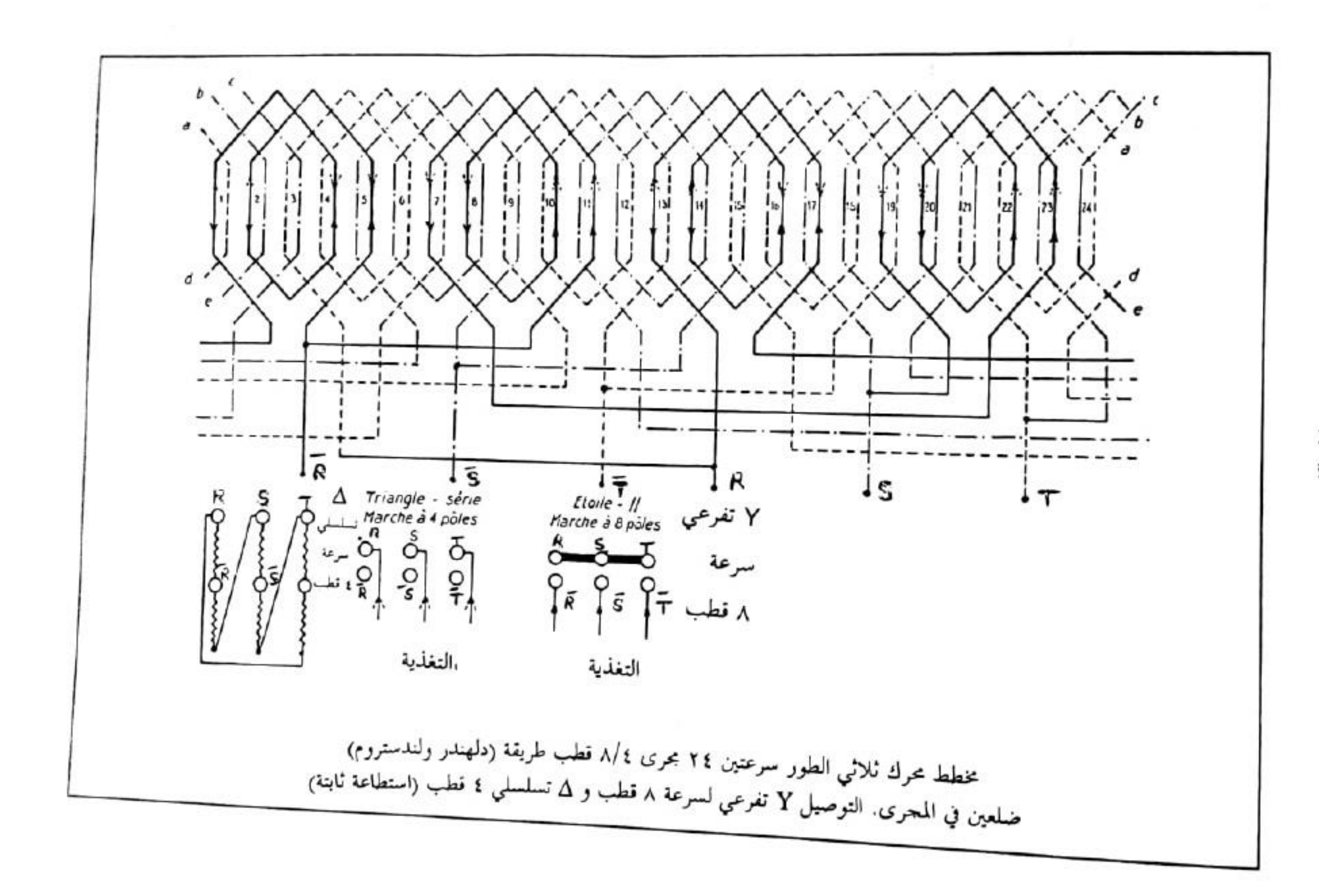
مخطط محرك ثلاثي الطور سرعتين ٤٩ مجرى ٨/٤ قطب ضلع واحد في المجرى
١٢ مجرى أسهم معكوسة (أسهم سفلى) طريقة (دلهندر ولندستروم)



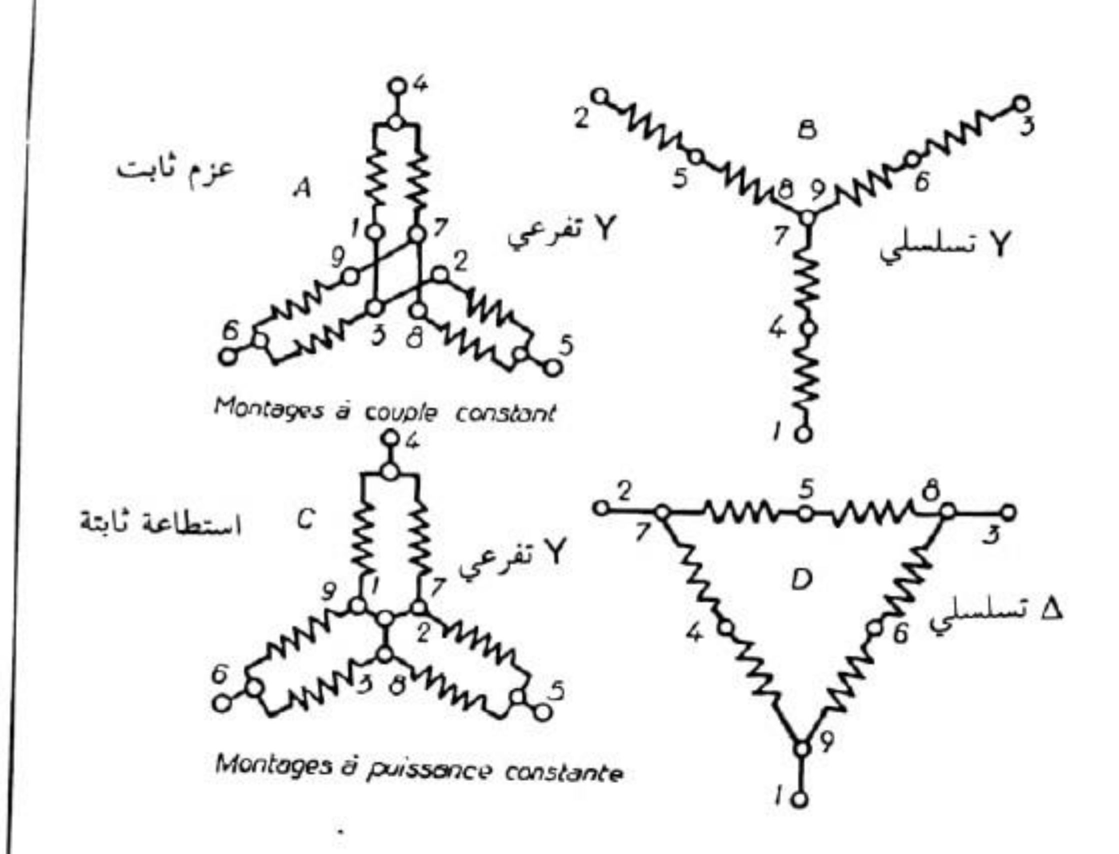
مخطط محرك ثلاثي الطور سرعتين ٢٤ مجرى ٢/٤ قطب طريقة (دلهندر ولندستروم)

التوصيل في السرعة ٤ قطب (بطيء) نجمي تفرعي

التوصيل في السرعة ٢ قطب (سريع) مثلثي تسلسلي



مخطط محرك ثلاثي الطور سرعتين ٢٤ مجرى ٨/٤ قطب طريقة (دلهندر ولندستروم) ضلعين في المجرى. التوصيل Y تفرعي لسرعة ٨ قطب و Δ تسلسلي ٤ قطب (استطاعة ثابتة)



أنواع توصيل المحركات الثلاثية ذات السرعتين حسب طريقة **(دلهندر ولندستروم)**

A ـ نجمي تفرعي. B ـ نجمي تسلسلي للتوصيل بالعزم الثابت.

C ـ نجمي تفرعي. D ـ مثلثي تسلسلي للتوصيل بالاستطاعة الثابتة

كل طور مؤلف من مجموعتين يمكن توصيلها على التسلسل أو التفرع

الأرقام ٤ ـ ٥ ـ ٦ لنقاط الوسط

المخطط الإنفرادي للمحركات الأحادية الطور:

ترسم المجاري بشكل خطوط متساوية ومتوازية ليمثل كل خط مجرى مهما كان عدد النواقل فيه، ويفضل استخدام لون للملفات التشغيل (الحركة) ولون آخر للملفات الإقلاع (البدء)، أو خط عريض غامق للتشغيل وخط رفيع أو متقطع للإقلاع، وقد تكون ملفاته من النوع المتداخل أو المتتالي كما في المحركات الثلاثية. ويضاف للملفات الإقلاع على التسلسل مكثف ومفتاح طرد في أكثر المحركات.

العوامل المؤثرة على حساب خطوات لف المحرك الأحادي:

إن مجاري المحرك تحتوي على ملفات التشغيل وعلى ملفات الإقلاع. ونظرياً تحتل ملفات التشغيل $\frac{٢}{٣}$ عدد المجاري الكلية وتحتل ملفات لإقلاع $\frac{١}{٣}$ عدد المجاري. وقد تتغير هذه النسبة حسب تصميم المحرك. وطريقة وصل مجموعات التشغيل ومجموعات الإقلاع وكذلك حسب عدد الأقطاب. فإذا كان الوصل بين ملفين تسلسليين متجاورين نهاية مع نهاية يتشكل ٢ قطب، وإذا كان الوصل بينهما نهاية مع بداية يتشكل ٤ قطب، (راجع بحث وصل ملفات المحرك على التسلسل وعلى التفرع) ومن المعلوم أن عدد الأقطاب يقرر سرعة المحرك بإعتبار التردد ثابت في الشبكة (٥٠ هرتز مثلاً).

ومن ذلك نعلم أن عدد الأقطاب في المحرك الأحادي = عدد مجموعات التشغيل أو عدد مجموعات الإقلاع في أغلب الأنواع. وعدد الأقطاب يساوي ضعف عدد المجموعات في بعض الأنواع.

حساب خطوات لف المحرك الأحادي:

١ ـ عدد مجاري التشغيل = عدد المجاري الكلية × $\frac{٢}{٣}$

٢ ـ عدد مجاري الإقلاع = عدد المجاري الكلية × $\frac{١}{٣}$

٣ ـ عدد مجموعات التشغيل = عدد الأقطاب غالباً أو ضعف عدد الأقطاب حسب الوصل.

٤ ـ عدد مجموعات الإقلاع = عدد الأقطاب غالباً أو ضعف عدد الأقطاب حسب الوصل.

$$\text{الخطوة القطبية الكاملة} = \frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$\text{عدد مجاري كل مجموعة تشغيل} = \frac{\text{عدد مجاري التشغيل}}{\text{عدد مجموعات التشغيل}}$$

$$\text{عدد مجاري كل مجموعة إقلاع} = \frac{\text{عدد مجاري الإقلاع}}{\text{عدد مجموعات الإقلاع}}$$

$$\text{عدد الملفات في المجموعة} = \frac{\text{عدد مجاري المجموعة}}{٢}$$

<u>مثال:</u> محرك أحادي ٢٤ مجرى ٤ قطب ١٥٠٠ د/د (٥٠ هرتز) احسب خطوات اللف.

$$\text{عدد مجاري التشغيل} = ٢٤ \times \frac{٢}{٣} = ١٦ \text{ مجرى}$$

$$\text{عدد مجاري الإقلاع} = ٢٤ \times \frac{١}{٣} = ٨ \text{ مجرى}$$

عدد مجموعات التشغيل = ٤

عدد مجموعات الإقلاع = ٤

$$\text{عدد مجاري كل مجموعة تشغيل} = \frac{١٦}{٤} = ٤ \text{ مجرى}$$

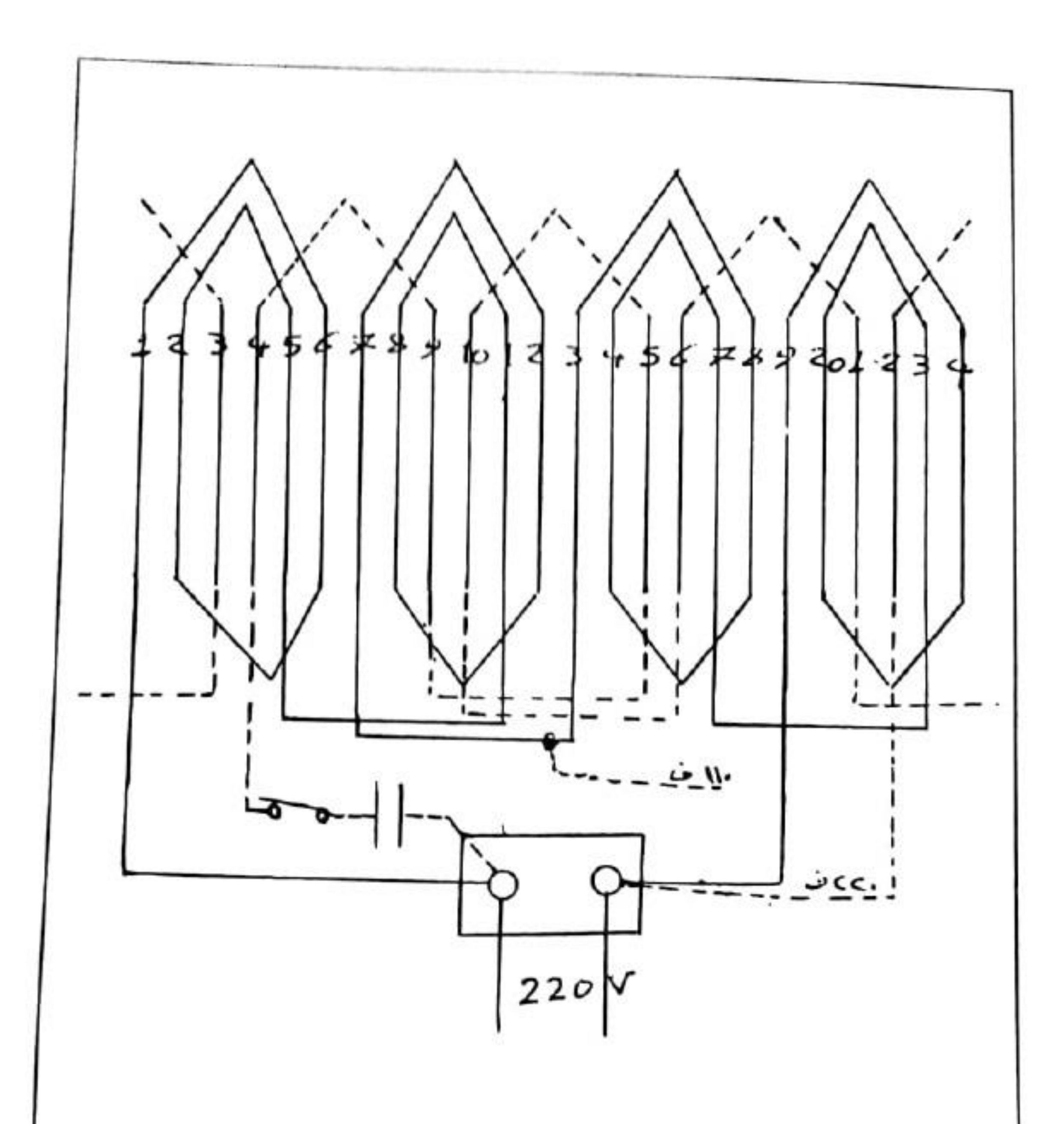
$$\text{عدد مجاري كل مجموعة إقلاع} = \frac{٨}{٤} = ٢ \text{ مجرى}$$

$$\text{عدد الملفات في مجموعة تشغيل} = \frac{٤}{٢} = ٢ \text{ ملف متداخل أو متتالي}$$

$$\text{عدد الملفات بمجموعة إقلاع} = \frac{٢}{٢} = ١ \text{ ملف}$$

ونجد أن خطوة التشغيل ١ - ٦ ، ٢ - ٥ ملفين متداخلين أو ١ - ٥ ، ٢ - ٦ ملفين متتاليين.

ونجد أن خطوة الإقلاع ٤ - ٩ ملف واحد

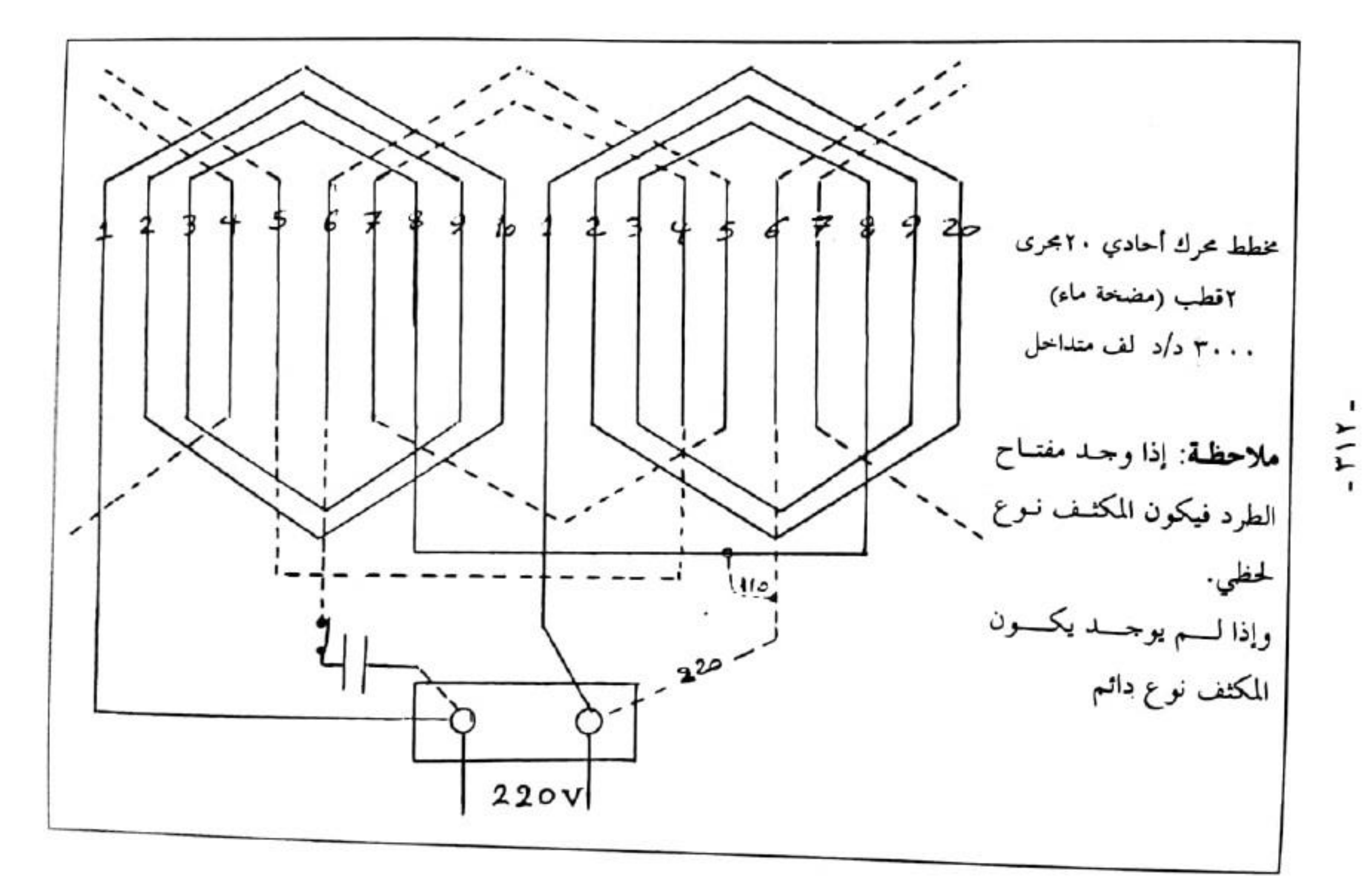


مخطط محرك أحادي ٢٤ مجرى ٤ قطب ١٥٠٠ د/د (غسالة عادية) لف متداخل

خطوة التشغيل: (١ - ٦ / ٢ - ٥)

التوصيل نهاية مع نهاية وبداية مع بداية

الاقلاع حسب التوصيل الاصلي ١١٠ أو ٢٢٠ ف وحسب توتر المكثف



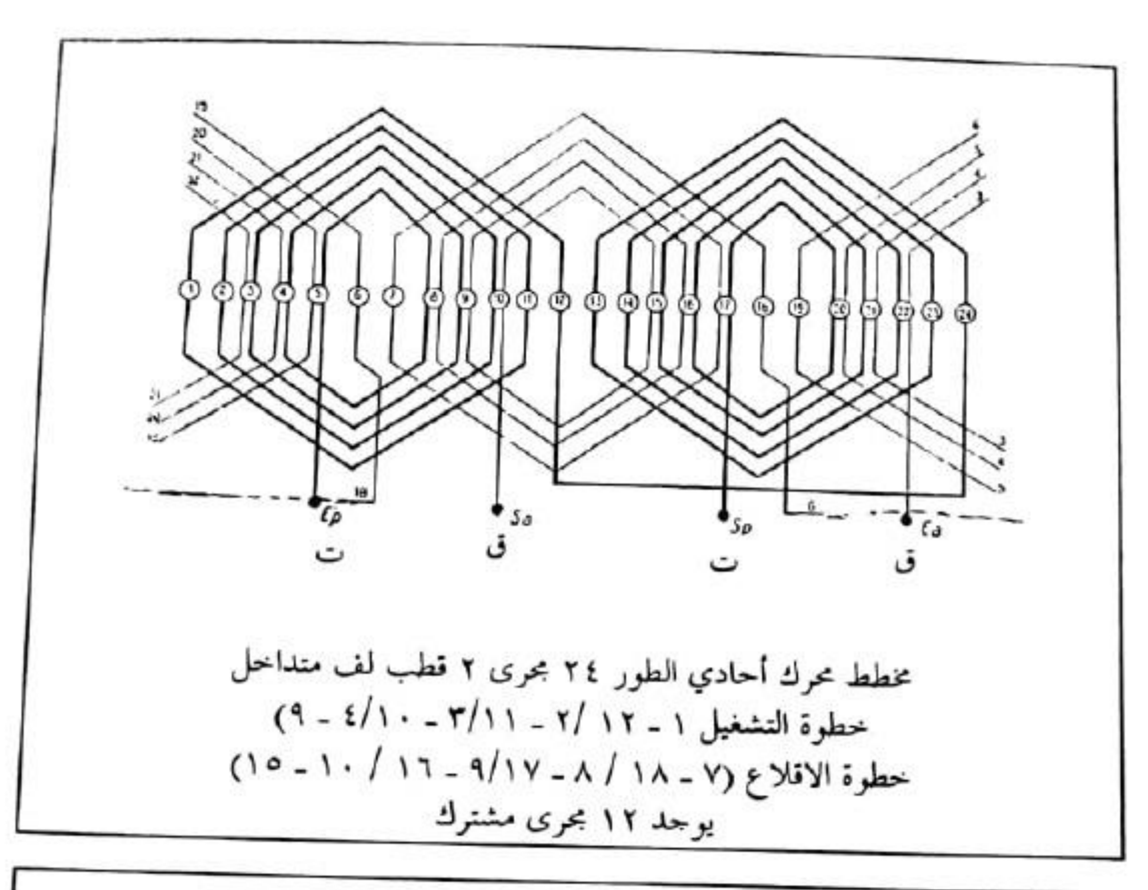
مخطط محرك أحادي ٢٠ مجرى

٢قطب (مضخة ماء)

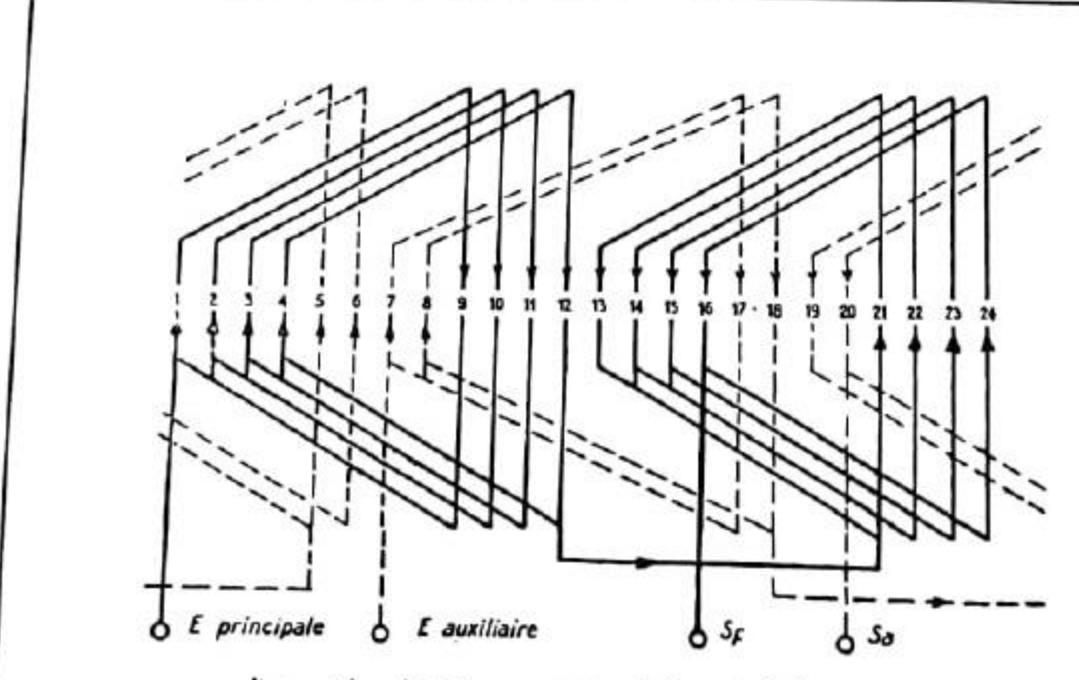
٣٠٠٠ د/د لف متداخل

ملاحظة: إذا وجد مفتاح الطرد فيكون المكثف نوع لحظي.

وإذا لم يوجد يكون المكثف نوع دائم

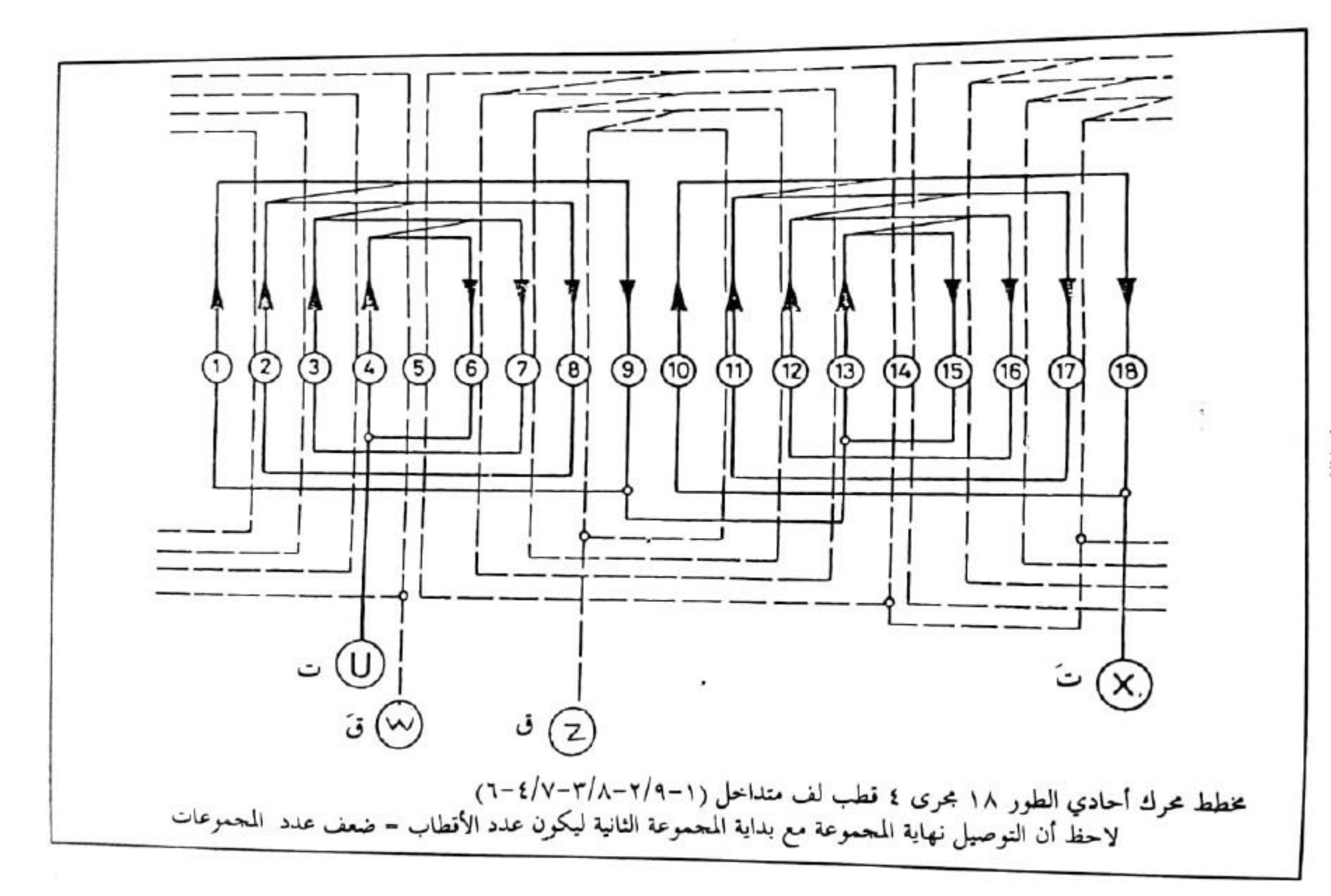


مخطط محرك أحادي الطور ٢٤ مجرى ٢ قطب لف متداخل
خطوة التشغيل ١ - ١٢ /٢ - ١١/٣ - ١٠/٤ - ٩)
خطوة الاقلاع (٧ - ١٨ / ٨ - ١٧/٩ - ١٦ / ١٠ - ١٥)
يوجد ١٢ مجرى مشترك

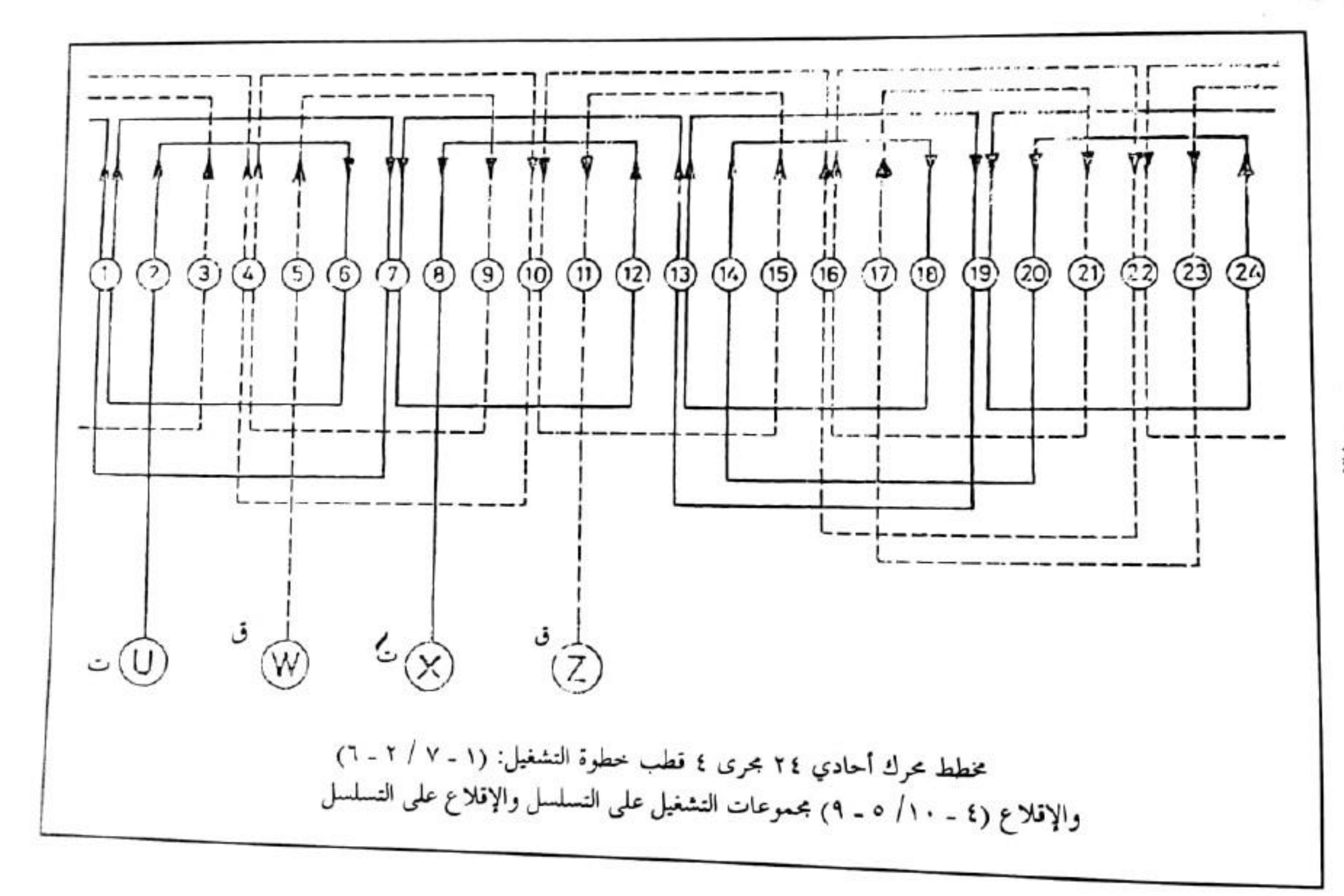


مخطط محرك أحادي الطور ٢٤ مجرى ٢ قطب لف متتالي

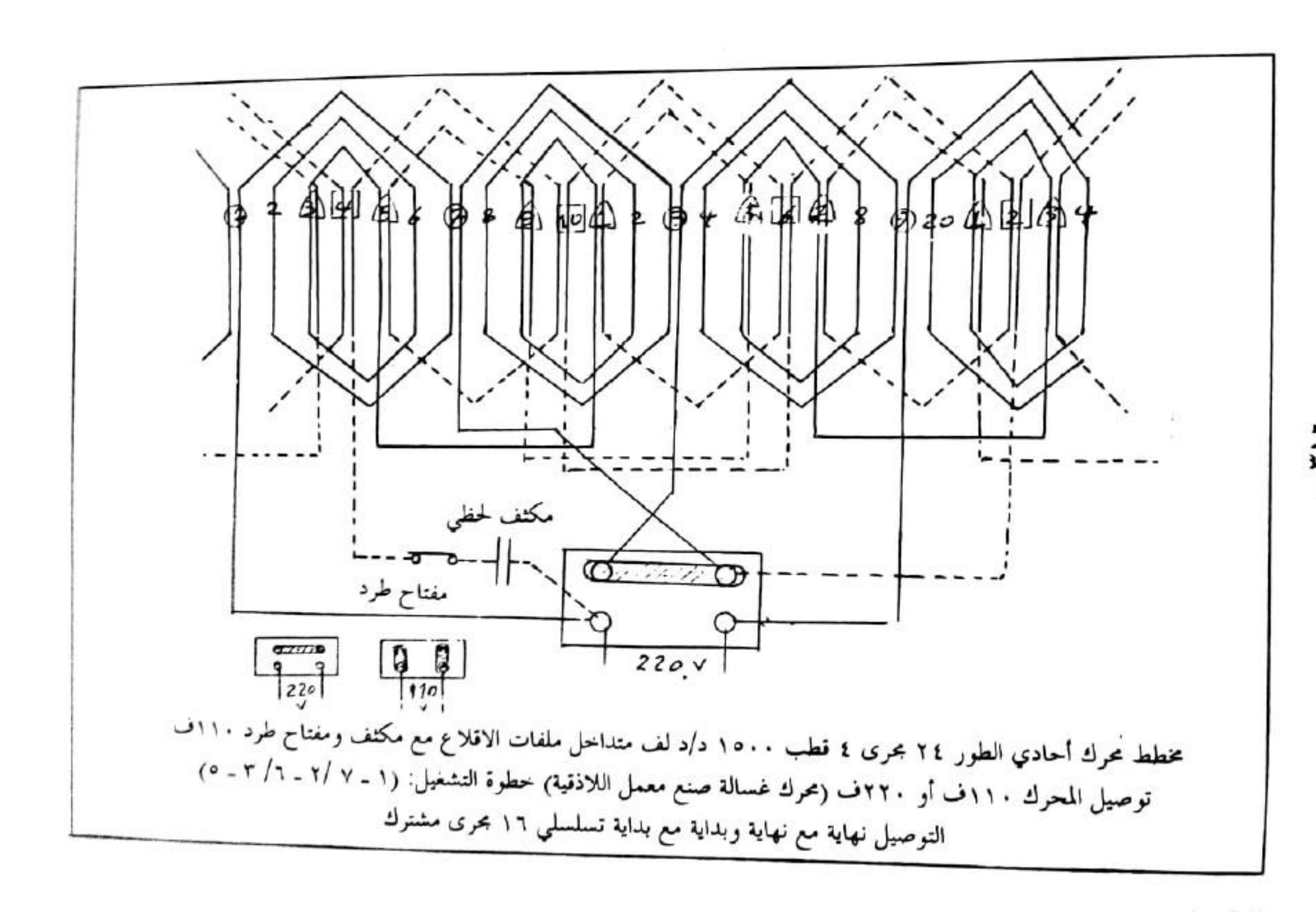
خطوة التشغيل (١ - ٩/٢ - ١٠/٣ - ١١/ ٤ - ١٢) بمجموعتين على التسلسل وخطوة الاقلاع (٧ - ١٧/ ٨ - ١٨) يوجد انزياح ٩٠° كهربائية بين بداية الإقلاع وبداية التشغيل



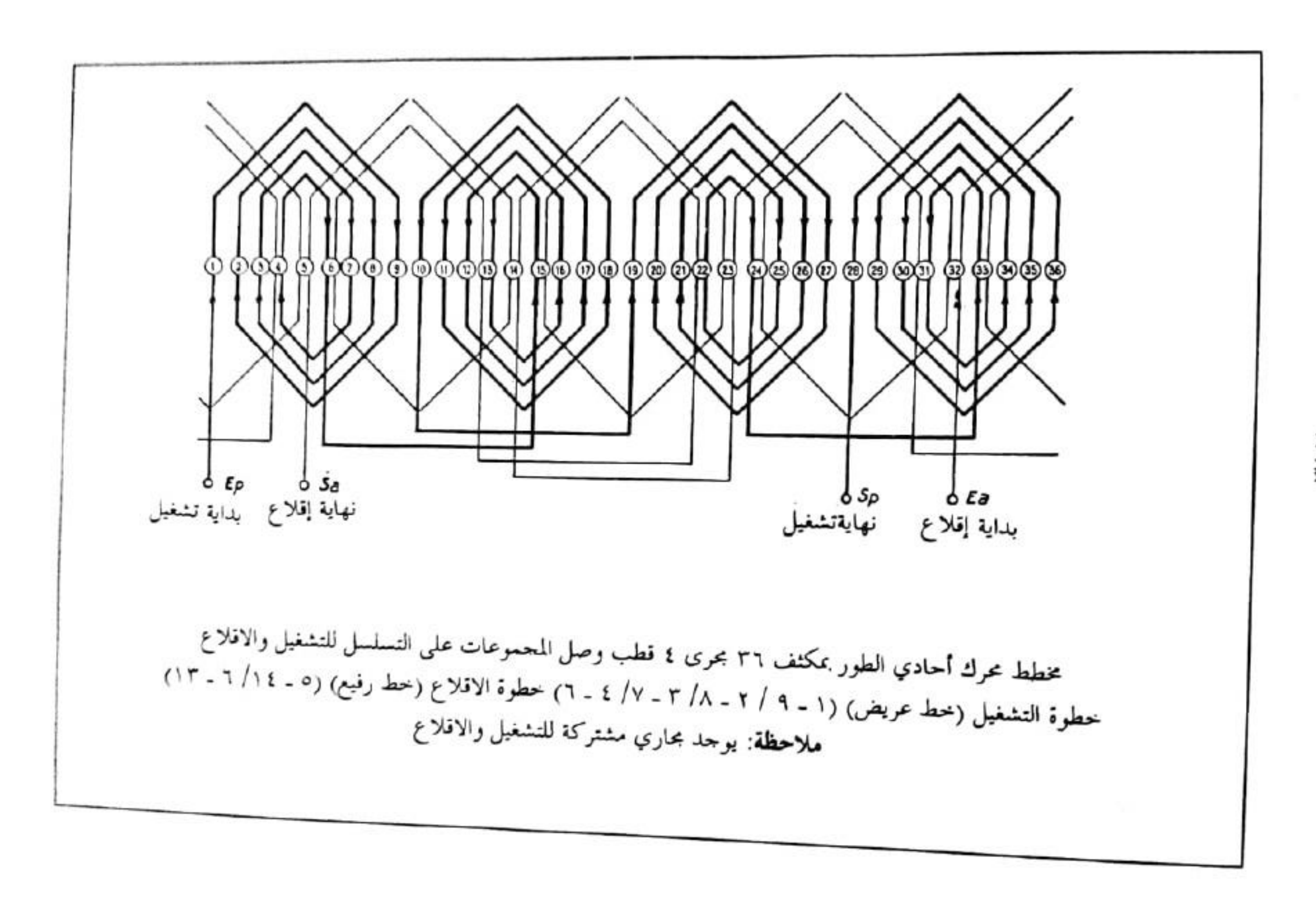
مخطط محرك أحادي الطور ١٨ مجرى ٤ قطب لف متداخل (١-٩/٢-٨/٣-٧/٤-٦)
لاحظ أن التوصيل نهاية المجموعة مع بداية المجموعة الثانية ليكون عدد الأقطاب = ضعف عدد المجموعات



مخطط محرك أحادي ٢٤ مجرى ٤ قطب خطوة التشغيل: (١ ـ ٧ / ٢ ـ ٦)
والإقلاع (٤ ـ ١٠/ ٥ ـ ٩) بمجموعات التشغيل على التسلسل والإقلاع على التسلسل



مخطط محرك أحادي الطور ٢٤ مجرى ٤ قطب ١٥٠٠ د/د لف متداخل ملفات الاقلاع مع مكثف ومفتاح طرد ١١٠ف
توصيل المحرك ١١٠ف أو ٢٢٠ف (محرك غسالة صنع معمل اللاذقية) خطوة التشغيل: (١ - ٧ /٢ - ٦/ ٣ - ٥)
التوصيل نهاية مع نهاية وبداية مع بداية تسلسلي ١٦ مجرى مشترك

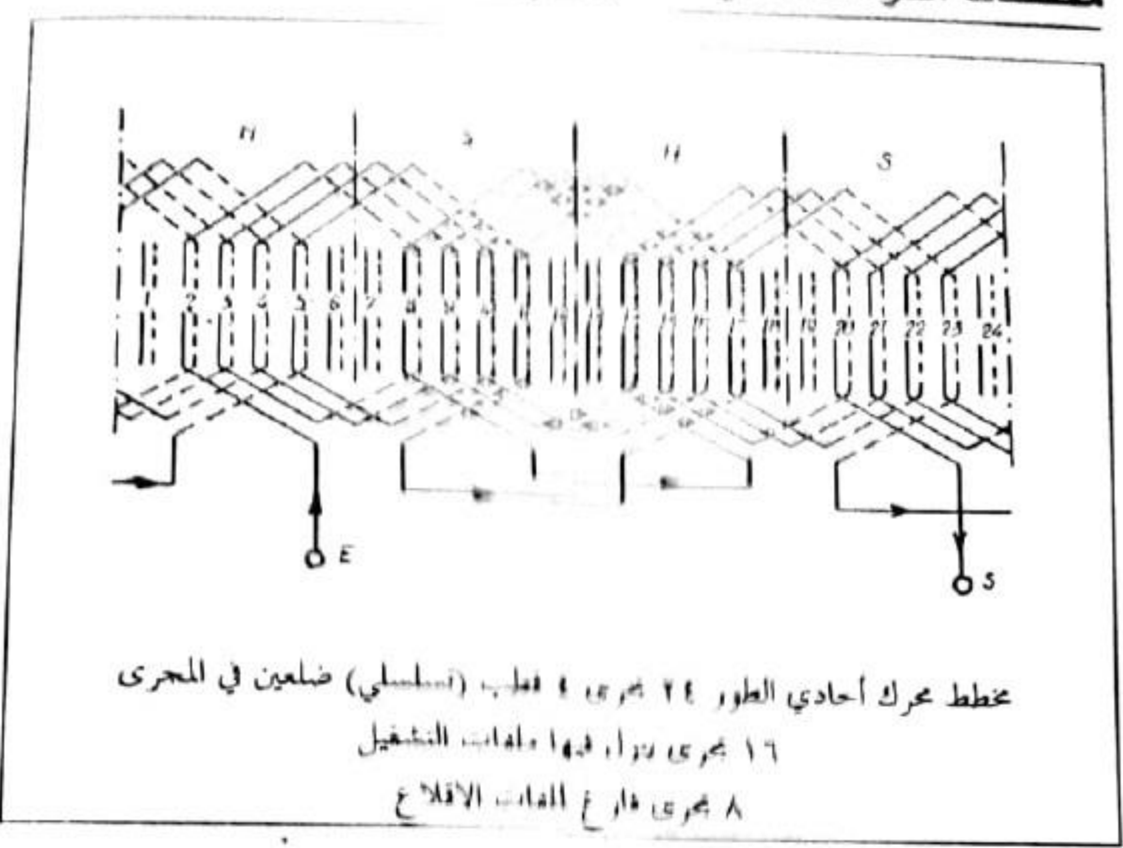


مخطط محرك أحادي الطور بمكثف ٣٦ مجرى ٤ قطب وصل المجموعات على التسلسل للتشغيل والاقلاع

خطوة التشغيل (خط عريض) (١ - ٩ / ٢ - ٨ / ٣ - ٧ / ٤ - ٦) خطوة الاقلاع (خط رفيع) (٥ - ١٤ / ٦ - ١٣)

ملاحظة: يوجد مجاري مشتركة للتشغيل والاقلاع

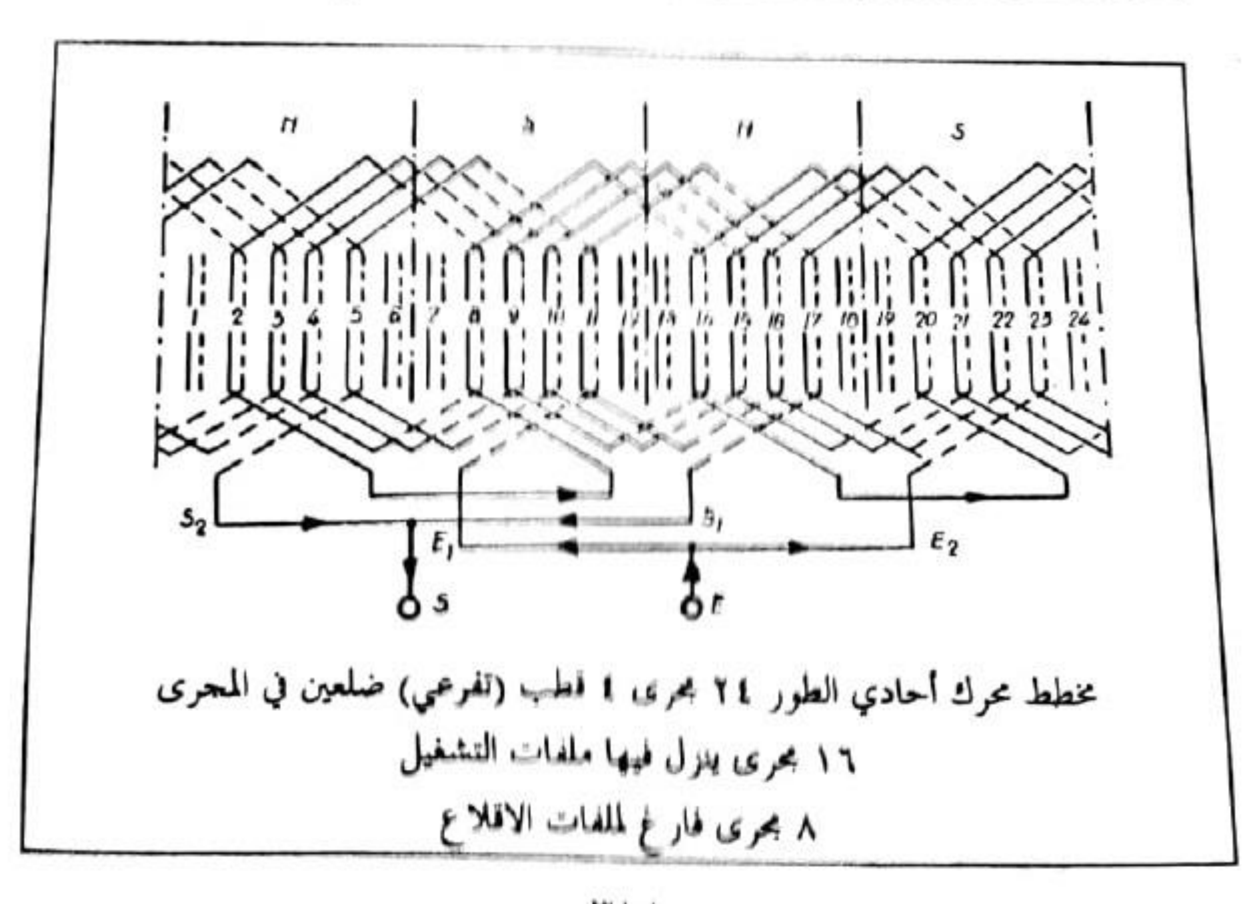
مخططات محركات أحادية ضلعين في المجرى:



مخطط محرك أحادي الطور ٢٤ مجرى ٤ قطب (تسلسلي) ضلعين في المجرى

١٦ مجرى ينزل فيها ملفات التشغيل

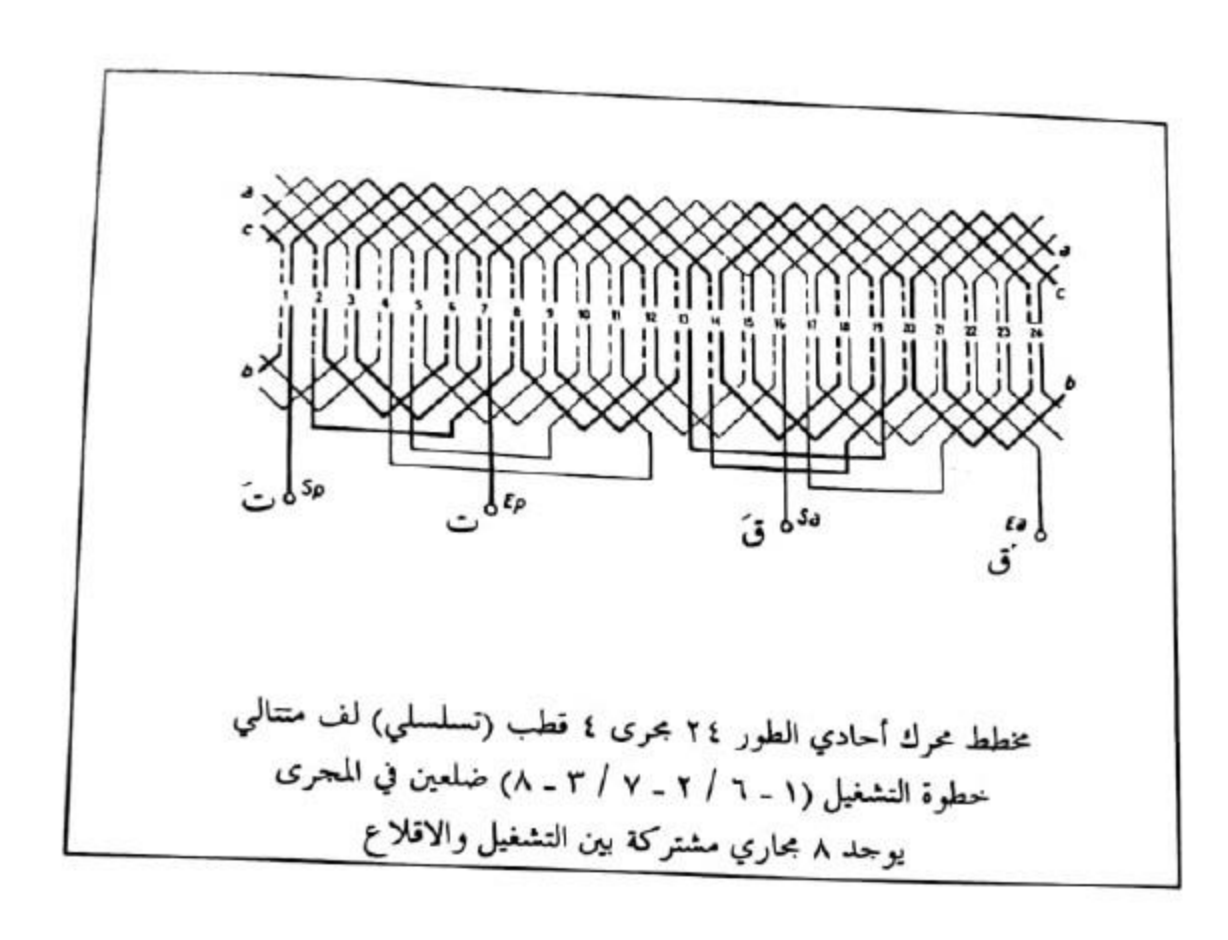
٨ مجرى فارغ لملفات الاقلاع



مخطط محرك أحادي الطور ٢٤ مجرى ٤ قطب (تفرعي) ضلعين في المجرى

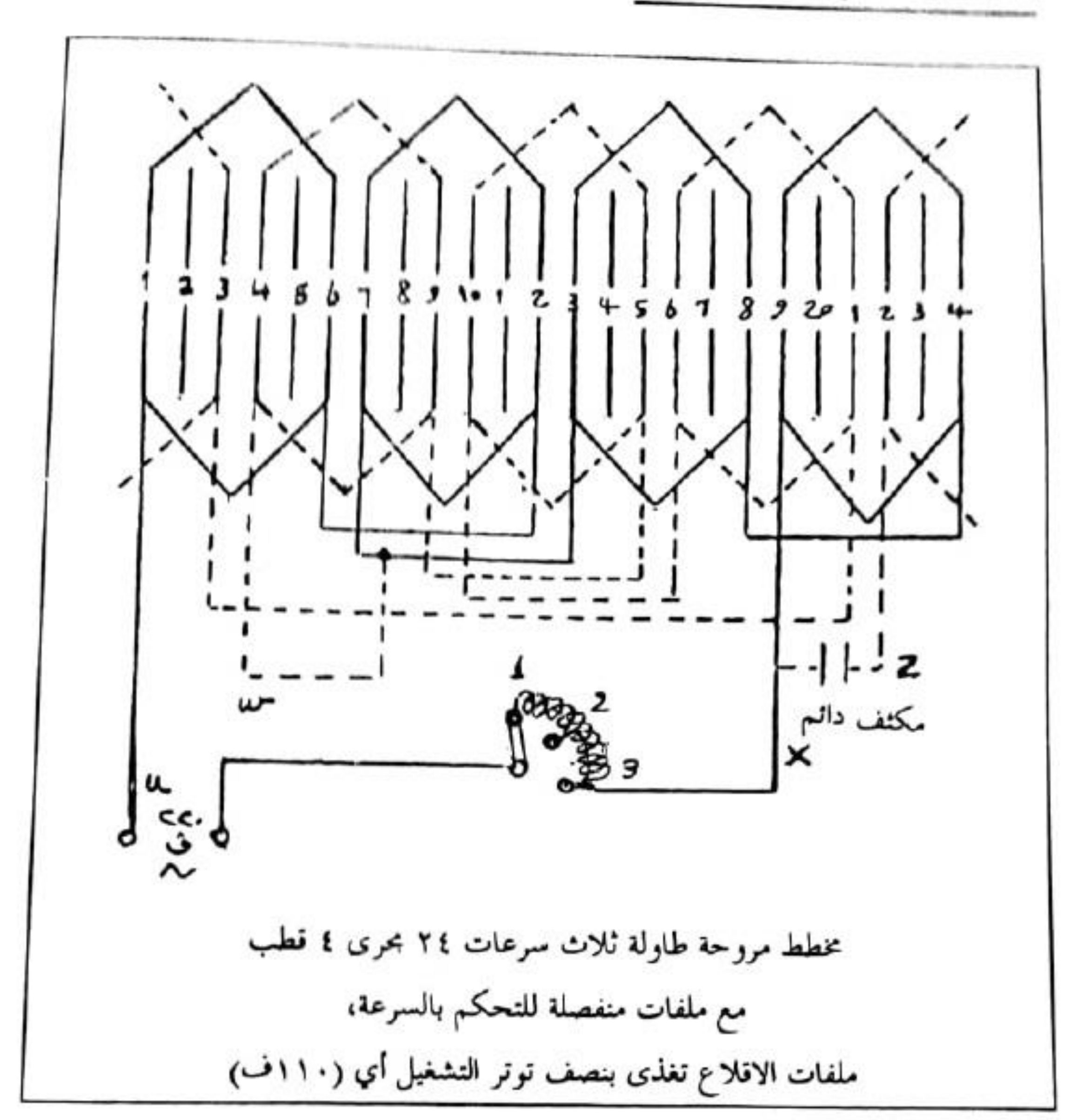
١٦ مجرى ينزل فيها ملفات التشغيل

٨ مجرى فارغ لملفات الاقلاع



مخطط محرك أحادي الطور ٢٤ مجرى ٤ قطب (تسلسلي) لف متتالي
خطوة التشغيل (١ - ٦ / ٢ - ٧ / ٣ - ٨) ضلعين في المجرى
يوجد ٨ مجاري مشتركة بين التشغيل والاقلاع

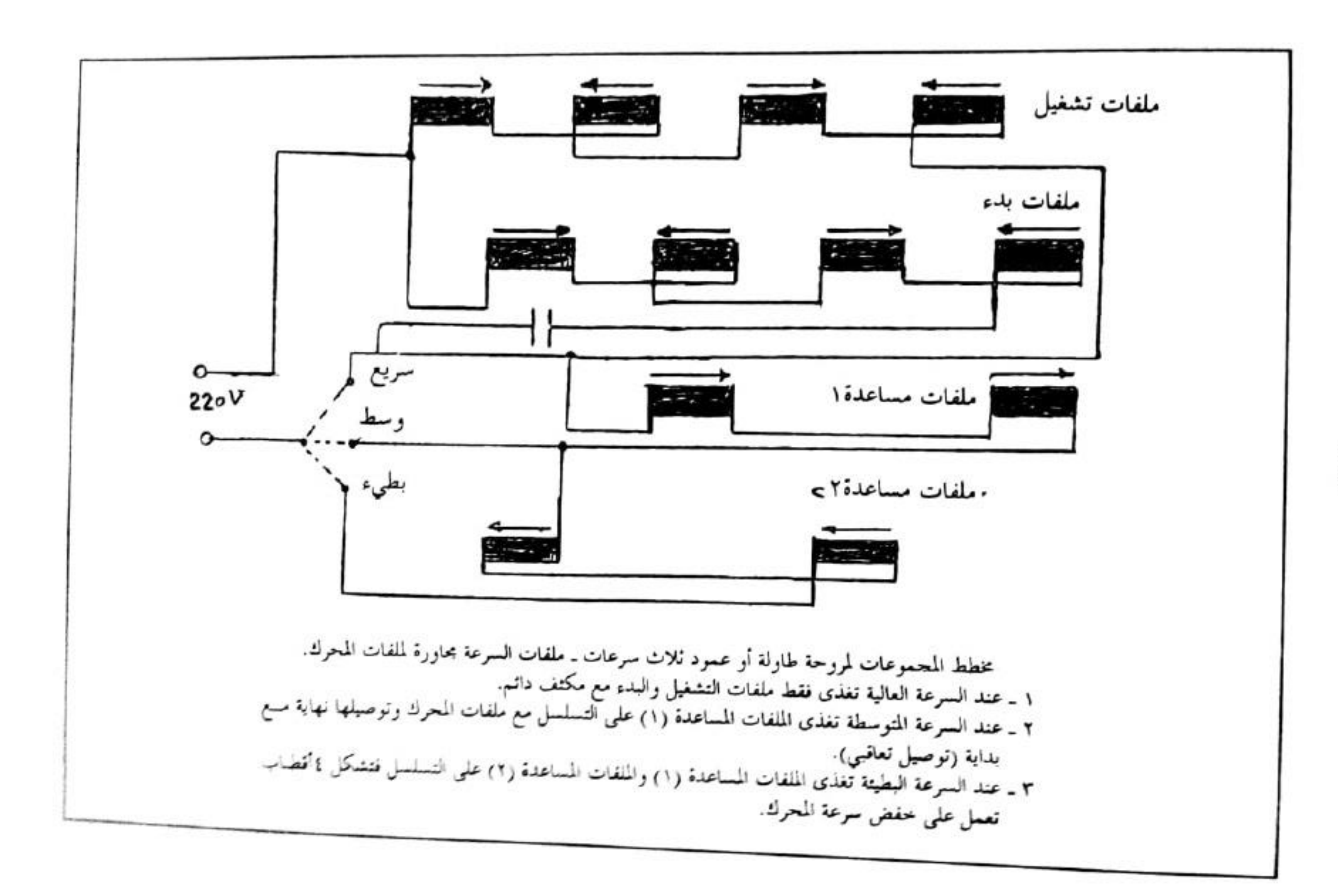
مخططات محركات المراوح:



مخطط مروحة طاولة ثلاث سرعات ٢٤ مجرى ٤ قطب

مع ملفات منفصلة للتحكم بالسرعة،

ملفات الاقلاع تغذى بنصف توتر التشغيل أي (١١٠ف)

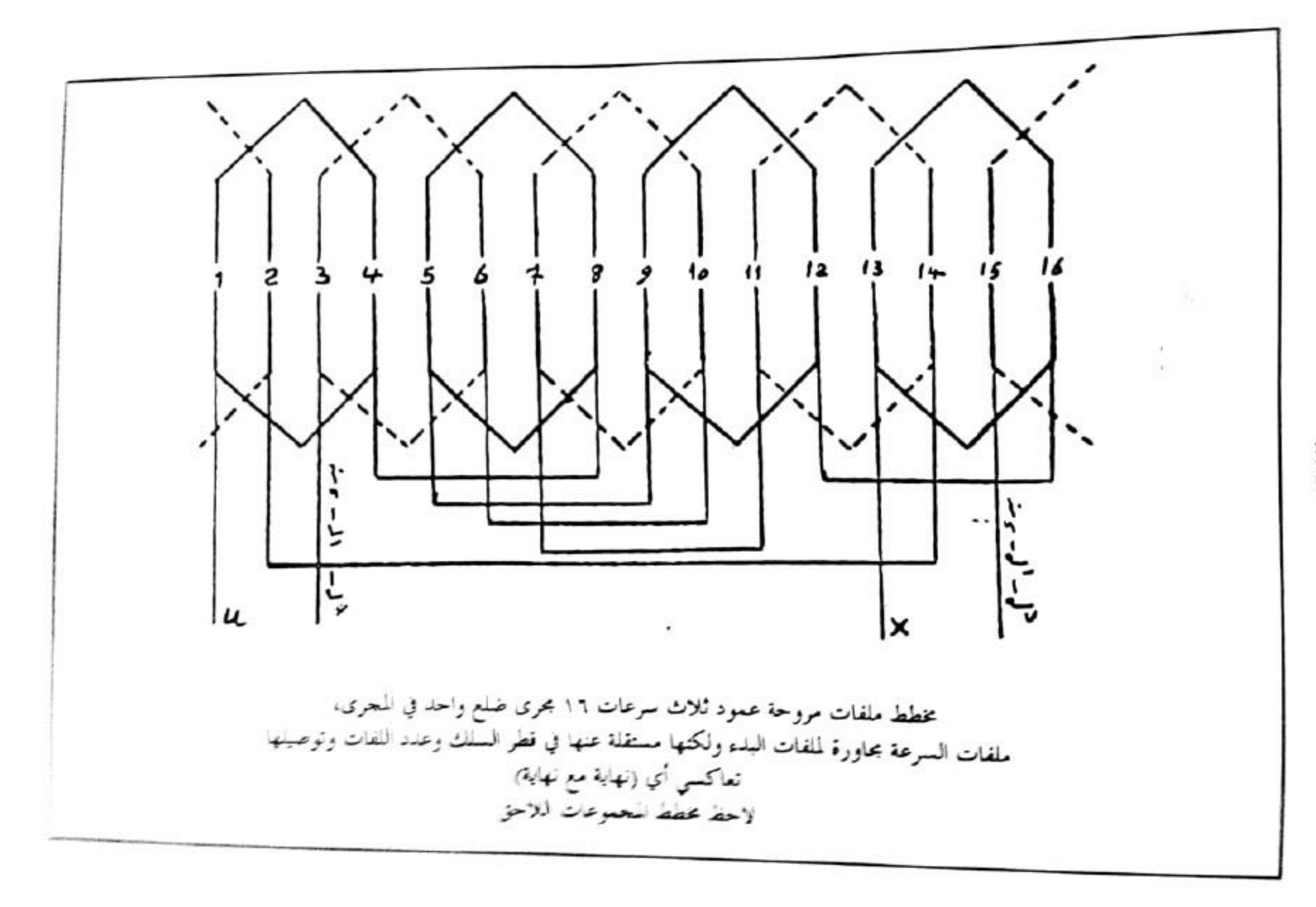


مخطط المجموعات لمروحة طاولة أو عمود ثلاث سرعات - ملفات السرعة مجاورة لملفات المحرك.

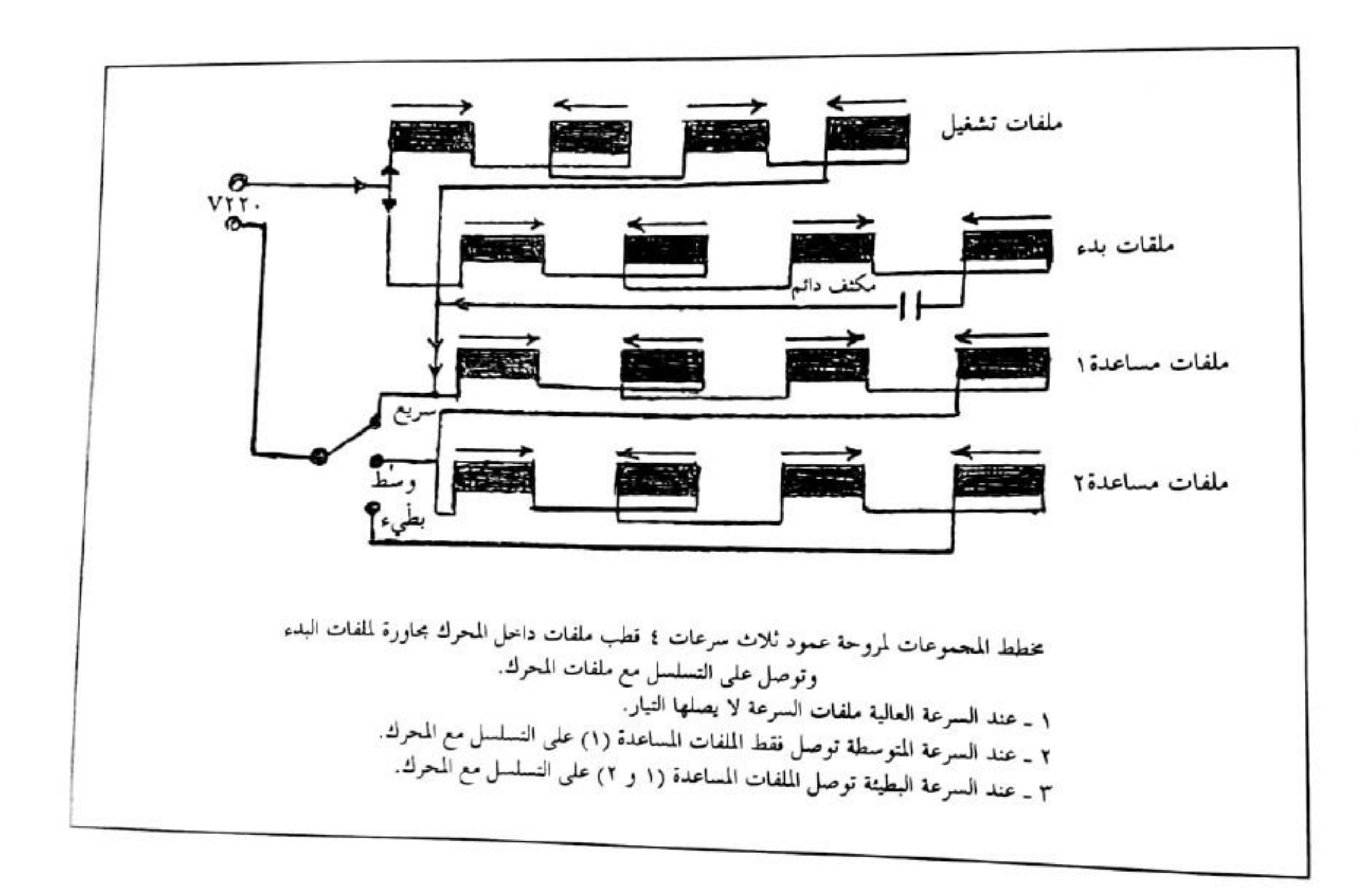
١ - عند السرعة العالية تغذى فقط ملفات التشغيل والبدء مع مكثف دائم.

٢ - عند السرعة المتوسطة تغذى الملفات المساعدة (١) على التسلسل مع ملفات المحرك وتوصيلها نهاية مع بداية (توصيل تعاقبي).

٣ - عند السرعة البطيئة تغذى الملفات المساعدة (١) والملفات المساعدة (٢) على التسلسل فتشكل ٤ أقطاب تعمل على خفض سرعة المحرك.



مخطط ملفات مروحة عمود ثلاث سرعات ١٦ مجرى ضلع واحد في المجرى،
ملفات السرعة مجاورة لملفات البدء ولكنها مستقلة عنها في قطر السلك وعدد اللفات وتوصيلها
تعاكسي أي (نهاية مع نهاية)
لاحظ مخطط المجموعات الآتي

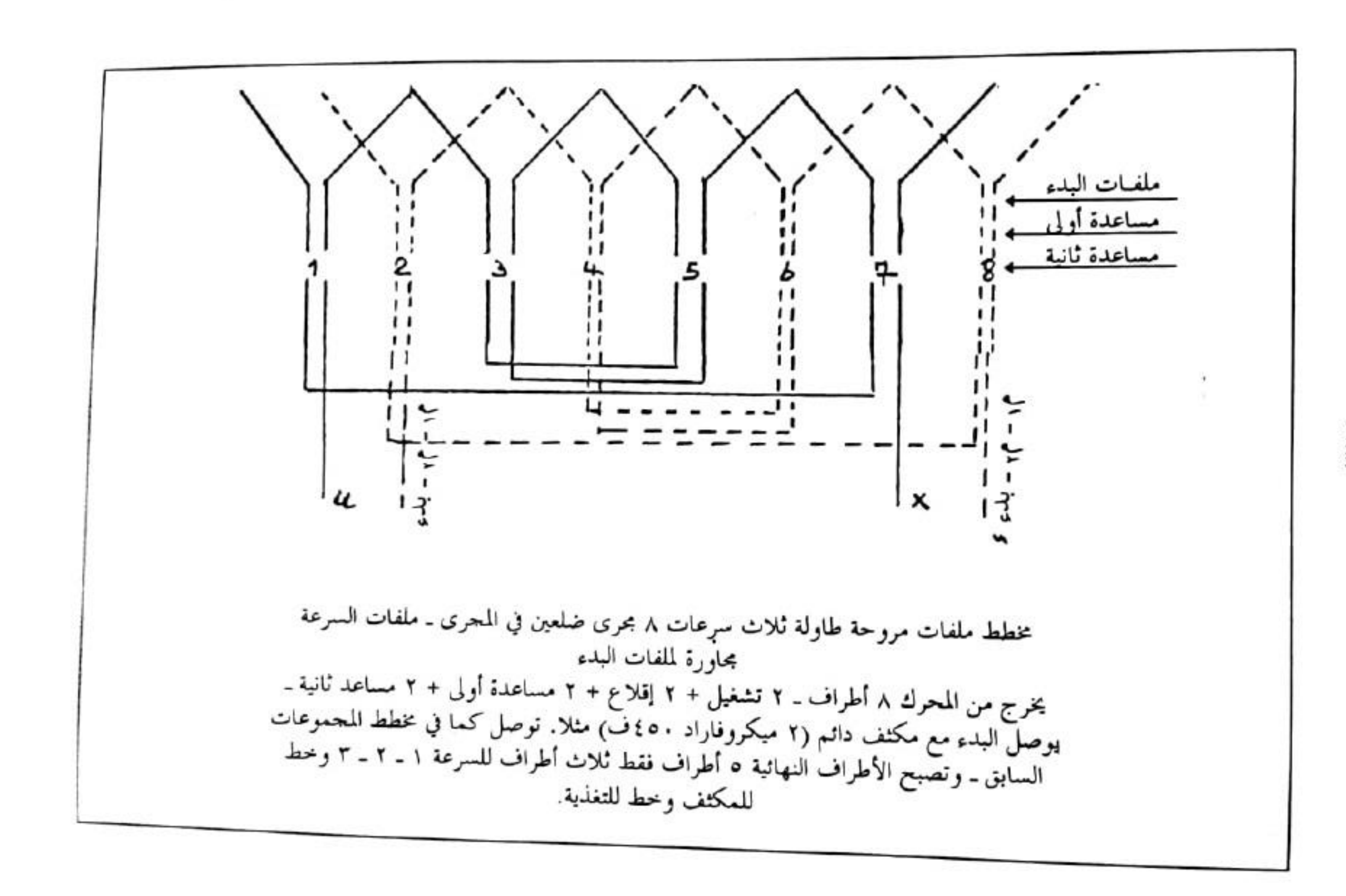


مخطط المجموعات لمروحة عمود ثلاث سرعات ٤ قطب ملفات داخل المحرك مجاورة للملفات البدء وتوصل على التسلسل مع ملفات المحرك.

١ ـ عند السرعة العالية ملفات السرعة لا يصلها التيار.

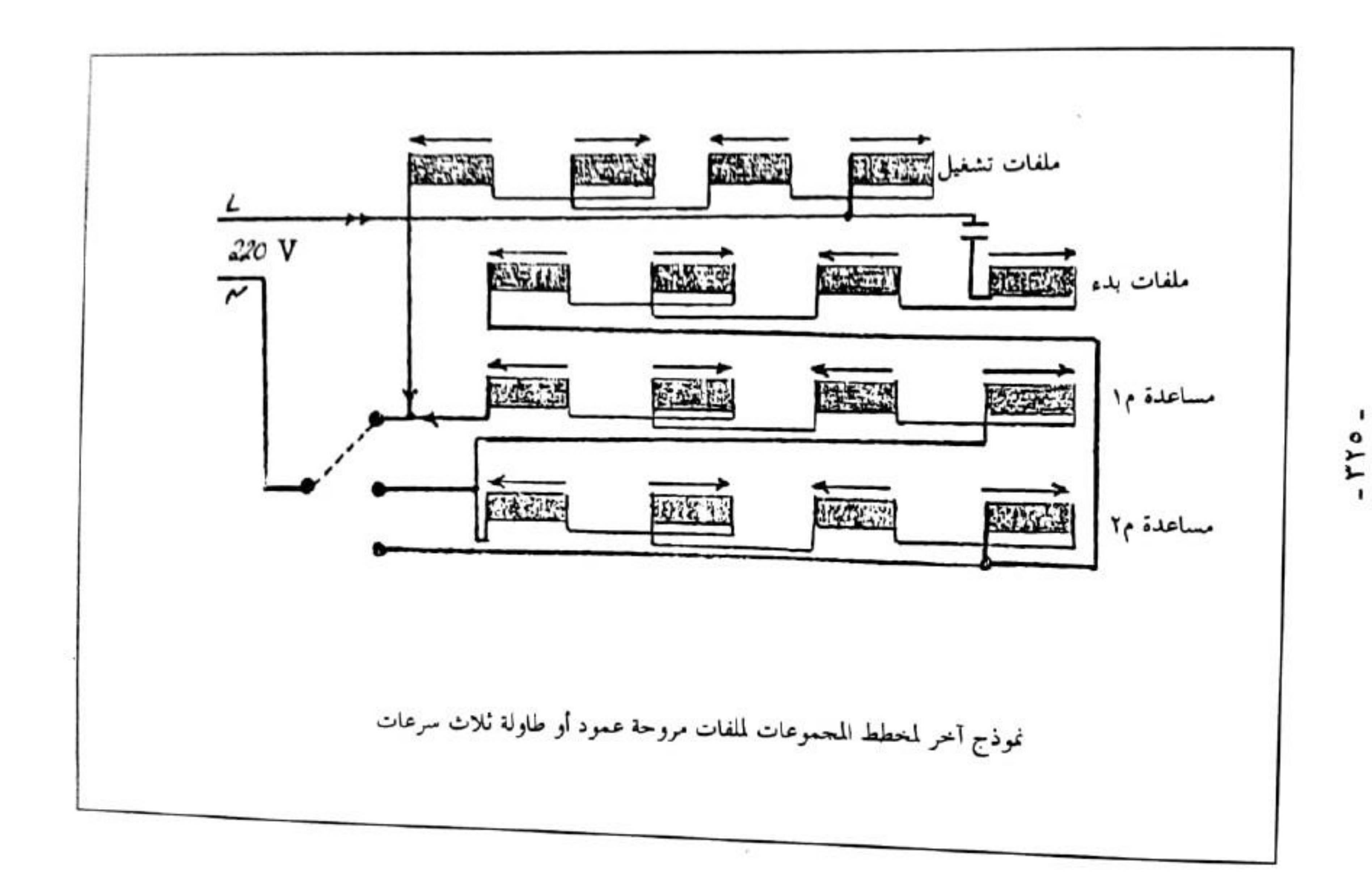
٢ ـ عند السرعة المتوسطة توصل فقط الملفات المساعدة (١) على التسلسل مع المحرك.

٣ ـ عند السرعة البطيئة توصل الملفات المساعدة (١ و ٢) على التسلسل مع المحرك.

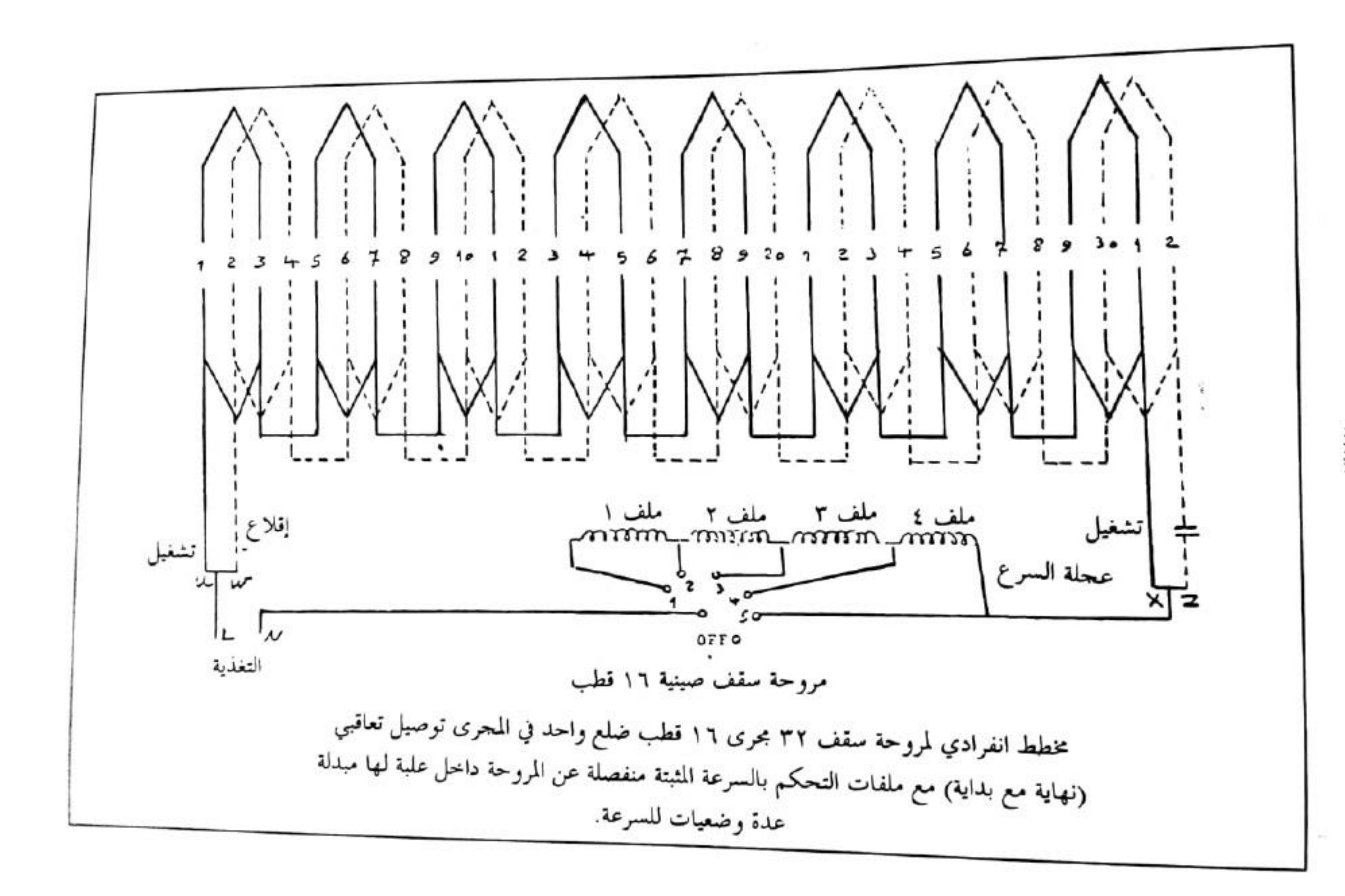


مخطط ملفات مروحة طاولة ثلاث سرعات ٨ مجرى ضلعين في المجرى - ملفات السرعة مجاورة لملفات البدء

يخرج من المحرك ٨ أطراف - ٢ تشغيل + ٢ إقلاع + ٢ مساعدة أولى + ٢ مساعد ثانية - يوصل البدء مع مكثف دائم (٢ ميكروفاراد ٤٥٠ف) مثلا. توصل كما في مخطط المجموعات السابق - وتصبح الأطراف النهائية ٥ أطراف فقط ثلاث أطراف للسرعة ١ - ٢ - ٣ وخط للمكثف وخط للتغذية.

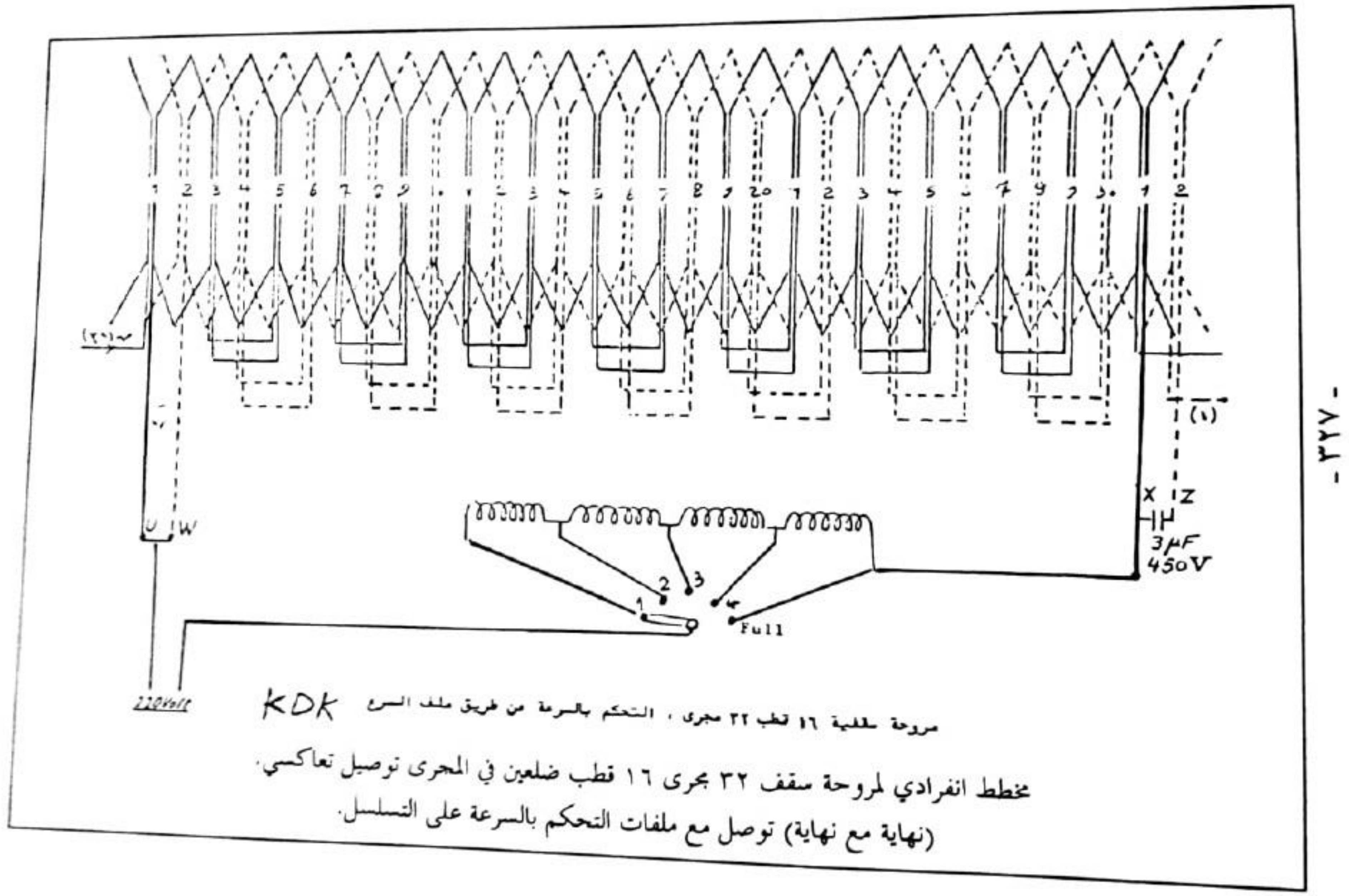


نموذج آخر لمخطط المجموعات لملفات مروحة عمود أو طاولة ثلاث سرعات



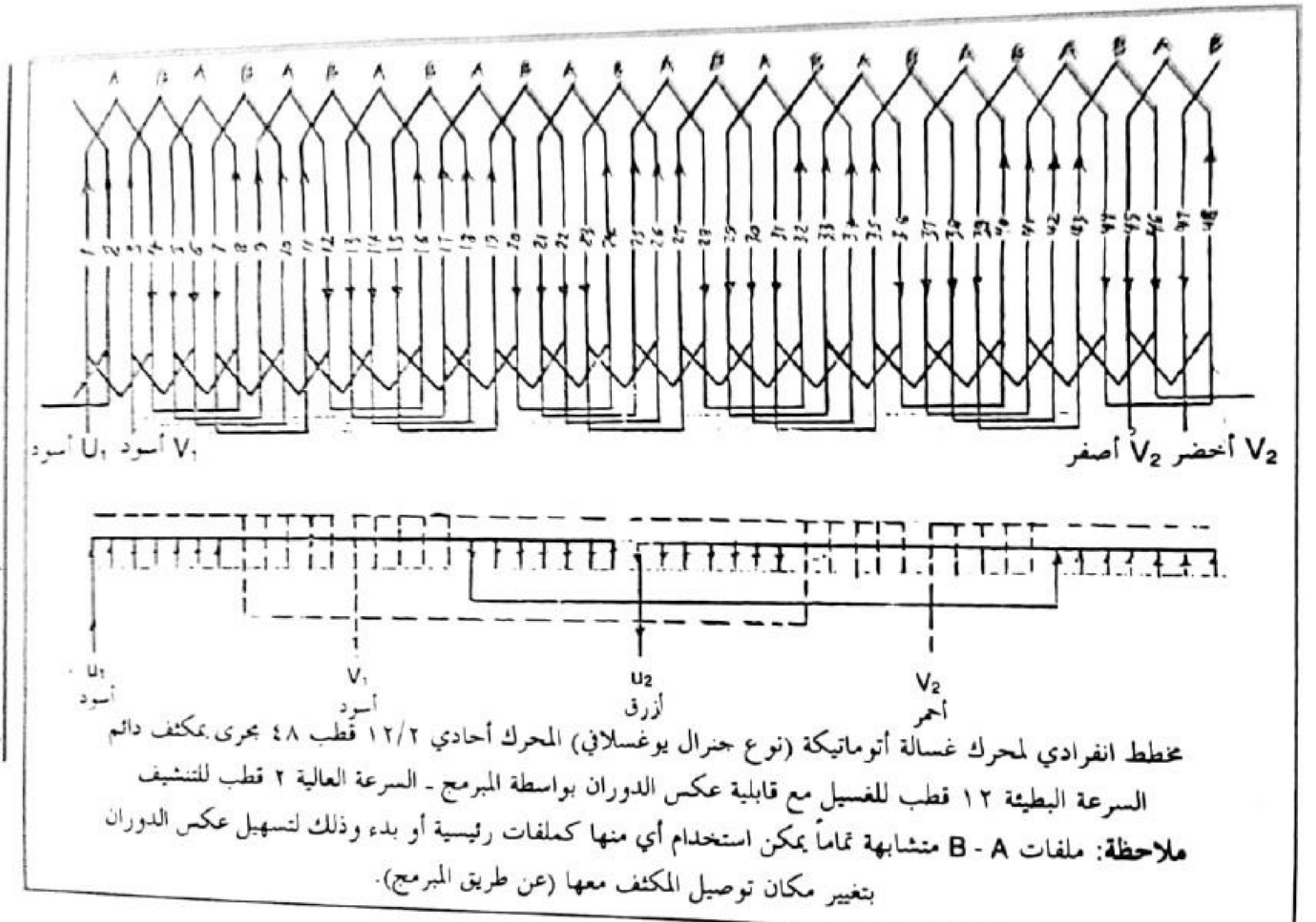
مروحة سقف صينية ١٦ قطب

مخطط انفرادي لمروحة سقف ٣٢ مجرى ١٦ قطب ضلع واحد في المجرى توصيل تعاقبي (نهاية مع بداية) مع ملفات التحكم بالسرعة المثبتة منفصلة عن المروحة داخل علبة لها مبدلة عدة وضعيات للسرعة.



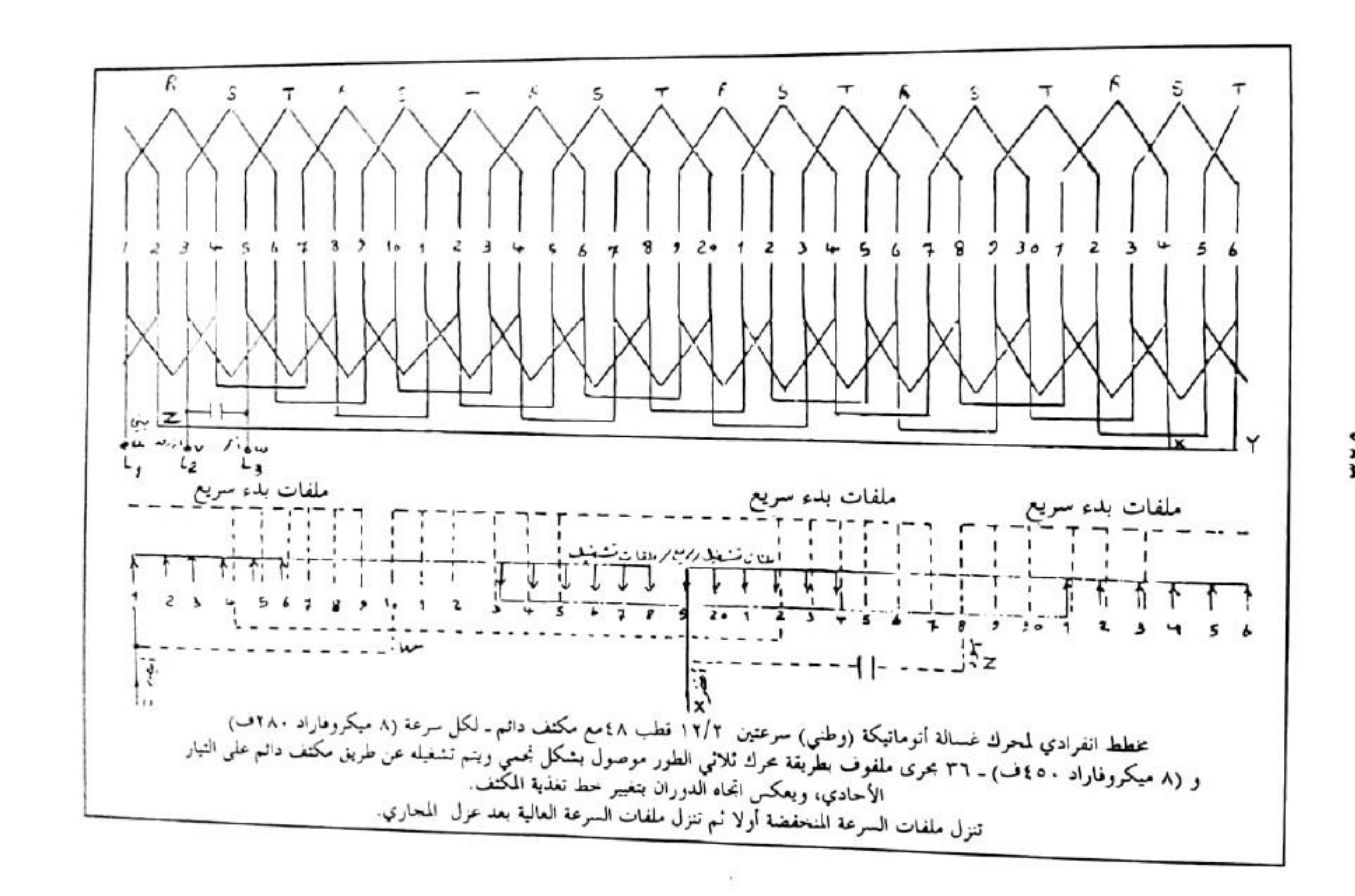
مخطط انفرادي لمروحة سقف ٣٢ مجرى ١٦ قطب ضلعين في المجرى توصيل تعاكسي.
(نهاية مع نهاية) توصل مع ملفات التحكم بالسرعة على التسلسل.

مخططات محركات الغسالة الأتوماتيكية (ذو السرعتين):



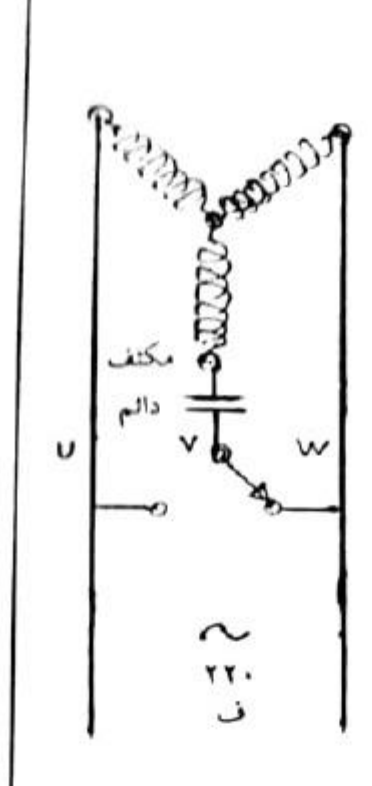
مخطط انفرادي لمحرك غسالة أتوماتيكة (نوع جنرال يوغسلافي) المحرك أحادي ٢/١٢ قطب ٤٨ مجرى بمكثف دائم السرعة البطيئة ١٢ قطب للغسيل مع قابلية عكس الدوران بواسطة المبرمج - السرعة العالية ٢ قطب للتنشيف

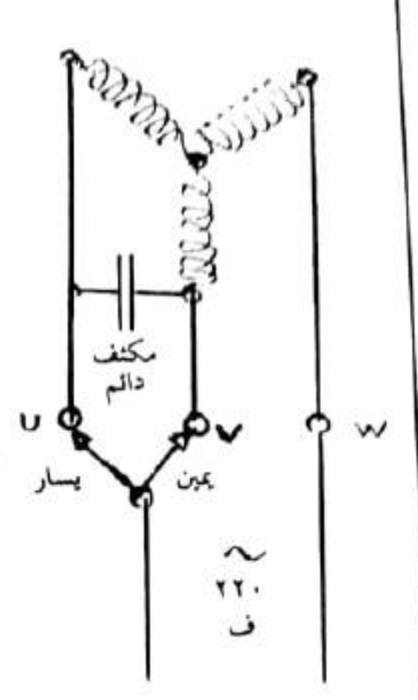
ملاحظة: ملفات A - B متشابهة تماماً يمكن استخدام أي منها كملفات رئيسية أو بدء وذلك لتسهيل عكس الدوران بتغيير مكان توصيل المكثف معها (عن طريق المبرمج).



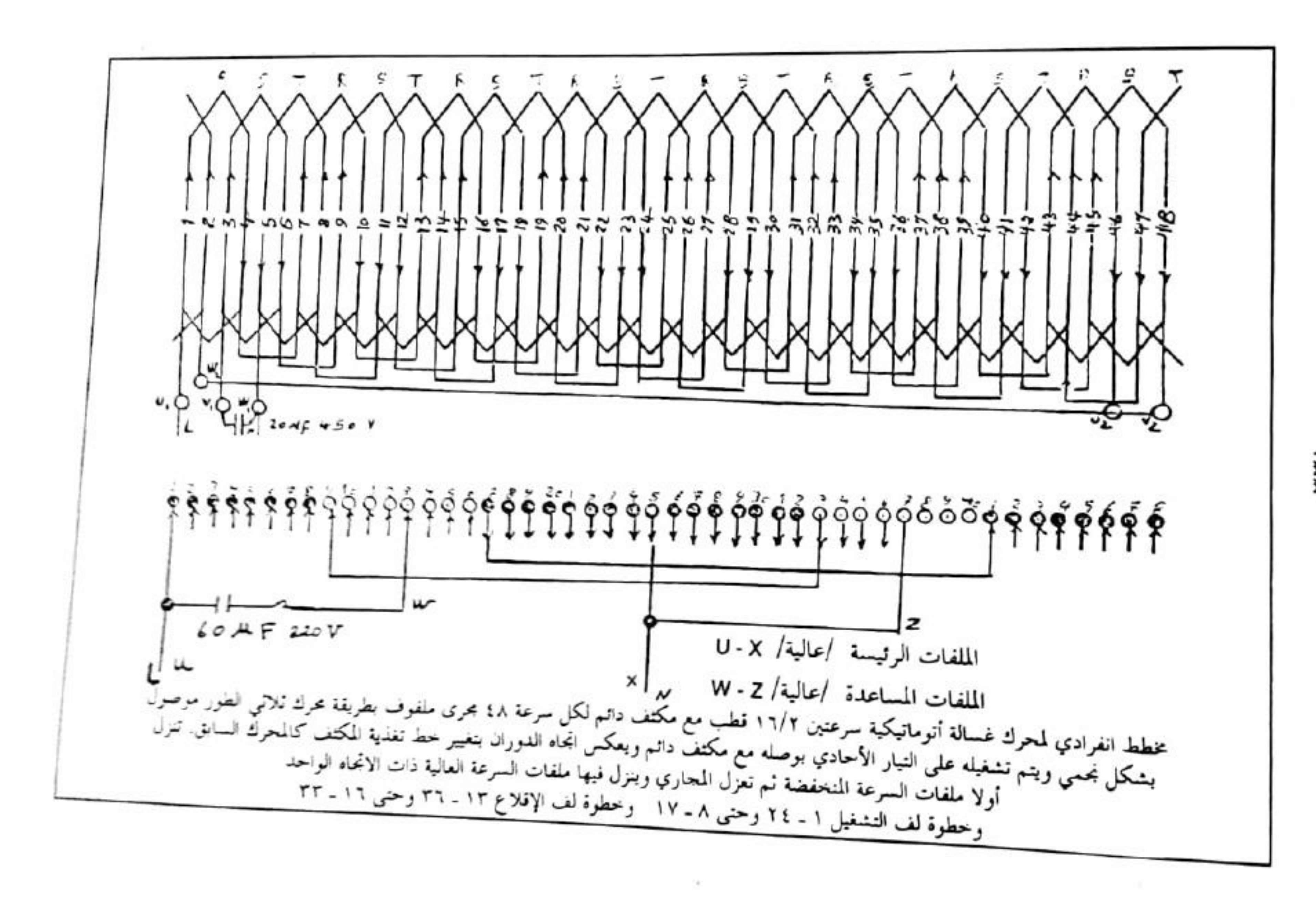
مخطط انفرادي لمحرك غسالة أتوماتيكة (وطني) سرعتين ١٢/٢ قطب ٤٨مع مكثف دائم ـ لكل سرعة (٨ ميكروفاراد ٢٨٠ف) و (٨ ميكروفاراد ٤٥٠ف) ـ ٣٦ مجرى ملفوف بطريقة محرك ثلاثي الطور موصول بشكل نجمي ويتم تشغيله عن طريق مكثف دائم على التيار الأحادي، ويعكس اتجاه الدوران بتغيير خط تغذية المكثف.

تنزل ملفات السرعة المنخفضة أولا ثم تنزل ملفات السرعة العالية بعد عزل المجاري.





تشغيل محرك ثلاثي على تيار أحادي باستخدام مكثف دائم
توصيل الملفات نجمي (تستخدم في بعض محركات الغسالات الاتوماتيكية)
أ - نغير خط التغذية من U إلى V أو بالعكس.
ب - نغير طرف المكثف من U إلى W أو بالعكس.
يتم التغيير عن طريق المبرمج وذلك في شوط الغسيل.



مخطط انفرادي لمحرك غسالة أتوماتيكية سرعتين ٢/١٦ قطب مع مكثف دائم لكل سرعة ٤٨ مجرى ملفوف بطريقة محرك ثلاثي الطور موصول بشكل نجمي ويتم تشغيله على التيار الأحادي بوصله مع مكثف دائم ويعكس اتجاه الدوران بتغيير خط تغذية المكثف كالمحرك السابق. تنزل أولا ملفات السرعة المنخفضة ثم تعزل المجاري وينزل فيها ملفات السرعة العالية ذات الاتجاه الواحد وخطوة لف التشغيل ١ - ٢٤ وحتى ٨ - ١٧ وخطوة لف الإقلاع ١٣ - ٣٦ وحتى ١٦ - ٣٣

فهرس مواضيع الكتاب

المواضيع	الصفحة

الفصل الثامن: (المحركات العمومية) ٢٢٧

الفصل التاسع: (المنوبات) ٢٥٣

❁ ❁ ❁

كهربائية : الجداول الكهربائية : جدول يوضح قيم المكثفات لمحركات الوجه الواحد220 فولت بدء التقويم مكثف واحد فقط مع مفتاح طردى مركزى

قدرة المحرك		قيمة المكثف اللازم		جهد المكثف	تقويم المحرك	عدد اقطاب المحرك
ك . وات	حصان	سعة المكثف	نسبة الخطا	٢٥٠-٤٠٠ فولت	مكثف واحد + مفتاح طردى مركزى	٢ - ٤ - ٨ قطب
٠,٧٤	١	١٥٠ µF	٥ %	٤٠٠	مكثف واحد+فردك مركزى	٤ قطب
١,١٠٠	١,٥	µF٢٢٥	٥ %	٤٠٠	مكثف واحد+فردك مركزى	٢ قطب
١,٥٠٠	٢	µF٣٠٠	٥ %	٤٠٠	مكثف واحد+فردك مركزى	٢ قطب
٢,٢٠٠	٣	µF٢٥٠	٥ %	٤٠٠	مكثف واحد+فردك مركزى	٢ + ٤ قطب



INTENSITE MOTEURS TRI NORMALISES 230/400

Valeur condensateur couplage triangle en mono 230v.

Hauteur	Diam	3.000 Trs/mn				1.500 Trs/mn				1.000 Trs/mn			
d'axe	Arbre	Puis. KW	I 400v	I 230v	µF	Puis. KW	I 400v	I 230v	µF	Puis. KW	I 400v	I 230v	µF
56	9	**0,09Kw**	0,25A	0,43A	**6 µf**	**0,06Kw**	0,24A	0,42A	**6 µf**				
56	9	**0,12Kw**	0,32A	0,55A	**8 µf**	**0,09Kw**	0,31A	0,54A	**8 µf**				
63	11	**0,18Kw**	0,50A	0,87A	**13 µf**	**0,12Kw**	0,44A	0,76A	**11 µf**	**0,09Kw**	0,46A	0,80A	**12 µf**
63	11	**0,25Kw**	0,74A	1,28A	**18 µf**	**0,18Kw**	0,65A	1,13A	**16 µf**	**0,12Kw**	0,59A	1,02A	**15 µf**
71	14	**0,37Kw**	0,94A	1,63A	**23 µf**	**0,25Kw**	0,76A	1,35A	**19 µf**	**0,18Kw**	0,86A	1,52A	**22 µf**
71	14	**0,55Kw**	1,32A	2,29A	**32 µf**	**0,37Kw**	1,06A	1,84A	**26 µf**	**0,25Kw**	1,10A	1,91A	**27 µf**
80	19	**0,75Kw**	1,72A	2,98A	**42 µf**	**0,55Kw**	1,60A	2,77A	**39 µf**	**0,37Kw**	1,22A	2,11A	**30 µf**
80	19	**1,1Kw**	2,55A	4,42A	**62 µf**	**0,75Kw**	2,10A	3,64A	**51 µf**	**0,55Kw**	1,73A	3,00A	**42 µf**
80	19					**0,90Kw**	2,36A	4,09A	**57 µf**				
90	22	**1,5Kw**	3,35A	5,80A	**81 µf**	**1,1Kw**	2,62A	4,54A	**63 µf**	**0,75Kw**	2,43A	4,21A	**59 µf**
90	22	**2,2Kw**	4,55A	7,88A	**110 µf**	**1,5Kw**	3,40A	5,89A	**82 µf**	**1,1Kw**	3,15A	5,46A	**76 µf**
90						**1,8Kw**	4,10A	7,10A	**99 µf**				
100	24	**3,0Kw**	6,15A	10,65A	**148 µf**	**2,2Kw**	5,15A	8,92A	**124 µf**	**1,5Kw**	3,90A	6,75A	**94 µf**
100	28					**3,0Kw**	6,70A	11,60A	**161 µf**				
112	28	**4,0Kw**	8,40A	14,55A	**202 µf**	**4,0Kw**	8,80A	15,24A	**212 µf**	**2,2Kw**	5,35A	9,27A	**129 µf**

Le présent tableau tient compte de la tension 230v et de la fréquence 50P

Pour d'autre tensions, fréquences et intensités appliquer la formule µf=I/6,28/U*F*0,000001

جدول خاص لقيم المكثفات لمحركات الوجه الواحد 220 فولت بدون مفتاح طردي مركزي

قدرة المحرك		المحرك يعمل بمكثف بدون مفتاح طرد مركزي	جهد المنبع فولت	سعة المكثف اللازمه	نسبة الخطا
ك . وات	حصان				
0.044	0.059	بدون مفتاح	220 فولت	UF 1.18	% 5 ±
0.066	0.089	بدون	220	UF 1.78	% 5 ±
0.088	0.0118	بدون	220	UF 203	% 5 ±
0.11	0.148	بدون	220	UF 2.9	% 5 ±
0.125	0.7	بدون	220	UF 3.3	% 5 ±
0.180	0.25	بدون	220	UF 4.86	% 5 ±
0.250	0.31	بدون	220	UF 6.75	% 5 ±
0.370	0.50	بدون	220	UF 9.99	% 5 ±
0.550	0.75	بدون	220	UF 14.85	% 5 ±
0.740	1.00	بدون	220	UF 19.98	% 5 ±
1.100	1.50	بدون	220	UF 29.7	% 10 ±
1.500	2.00	بدون	220	UF 40.5	% 5 ±
2.200	3.00	بدون	220	UF 59.4	% 5 ±
3.0000	4.10	بدون	220	UF 81	% 5 ±

جدول قيم مكثفات محركات الوجه الواحد 220 فولت ذات المكثف كبير + مكثف صغير + مفتاح طردي مركزي مع مختلف عدد الأقطاب

المحرك بمفتاح طردي مركزي مكثف	نسبة ± الضغط	جهد المكثف فولت	سعة المكثف عند 4 قطب 1500 لفه / دقيقه		سعة المكثف عند 2 قطب 2900 لفه / دقيقه		قدرة المحرك	
			المكثف الصغير	المكثف الكبير	المكثف الصغير	المكثف الكبير	حصان	كيلووات
مفتاح طردي + 2 مكثف	5 %	400	35μ F	300μ F	30μ F	250μ F	1.5	1.100
//	5 %	400	45μ F	300μ F	35μ F	300μ F	2	1.500
	5 %	400	55μ F	250μ F	40μ F	250μ F	2.5	1.85
//	5 %	400	65μ F	250μ F	45μ F	250μ F	3	2.22
//	5 %	400	75μ F	250μ F	60μ F	300μ F	3.5	2.59
//	5 %	400	85μ F	350μ F	70μ F	300μ F	4	2.96



إهداء من مجموعة شركات فتحى حسن

جدول تعديل مقاسات سلك النحاس المعزول بالورنيش

القطر بالمللي	طرفان	ثلاثة أطراف	أربعة أطراف	عدد الأمتار لكل كيلو
0.50	0.35 + 0.35	0.3 × 3	0.25 × 4	573
0.55	0.4 + 0.35	0.3 + 0.35 × 2	0.3 × 2 + 0.25 × 2	473
0.60	0.4 + 0.4	0.35 × 3	0.3 × 4	398
0.65	0.5 + 0.45	0.4 × 3	0.35 + 0.3 × 3	339
0.70	0.5 + 0.5	0.45 + 0.4 × 2	0.35 × 4	292
0.75	0.55 + 0.5	0.45 × 3	0.4 + 0.35 × 2	255
0.80	0.6 + 0.55	0.5 + 0.45 × 2	0.4 × 4	224
0.85	0.6 + 0.6	0.55 + 0.5 × 2	0.45 × 2 + 0.4 × 2	198
0.90	0.65 + 0.65	0.55 × 3	0.45 × 4	177
0.95	0.7 + 0.65	0.6 + 0.55 × 2	0.45 + 0.5 × 3	159
1.00	0.7 + 0.7	0.6 × 3	0.5 × 4	143
1.05	0.75 + 0.7	0.6 + 0.65 × 2	0.55 × 2 + 0.5 × 2	130
1.10	0.8 + 0.75	0.65 × 3	0.55 × 4	118
1.15	0.85 + 0.8	0.7 + 0.65 × 2	0.6 × 2 + 0.55 × 2	108
1.20	0.85 + 0.85	0.7 × 3	0.6 × 4	99
1.25	0.9 + 0.85	0.75 + 0.7 × 2	0.65 × 2 + 0.6 × 2	92
1.30	0.95 + 0.9	0.8 + 0.75 × 2	0.65 × 4	85
1.35	1 + 0.95	0.8 × 3	0.7 × 2 + 0.65 × 2	79
1.40	1 + 1	0.85 + 0.8 × 2	0.7 × 4	73
1.45	1.05 + 1	0.85 × 3	0.8 + 0.7 × 3	68
1.50	1.1 + 1.05	0.9 × 3	0.75 × 4	64

جدول تعديل مقاسات سلك النحاس المعزول بالورنيش

القطر بالمللي	طرفان	ثلاثة أطراف	أربعة أطراف	عدد الأمتار لكل كيلو
1.55	1.1 + 1.1	0.95 + 0.9 × 2	0.8 + 0.75 × 3	60
1.60	1.15 + 1.1	0.95 × 3	0.8 × 4	56
1.65	1.2 + 1.15	1 + 0.95 × 2	0.85 × 2 + 0.8 × 2	53
1.70	1.2 + 1.2	1 × 3	0.85 × 4	50
1.75	1.25 + 1.25	1.05 + 1 × 2	0.9 × 2 + 0.85 × 2	47
1.80	1.3 + 1.25	1.1 + 1.05 × 2	0.9 × 4	44
1.85	1.3 + 1.3	1.1 × 3	0.95 × 2 + 0.9 × 2	42
1.90	1.35 + 1.35	1.2 + 1.1 × 2	0.95 × 4	40
1.95	1.4 + 1.35	1.15 + 1.2 × 2	1 × 2 + 0.95 × 2	38
2.00	1.4 + 1.4	1.2 × 3	1 × 4	36
2.05	1.45 + 1.4	1.25 + 1.2 × 2	1.05 × 2 + 1 × 2	34
2.10	1.5 + 1.45	1.3 + 1.25 × 2	1.05 × 4	32
2.15	1.55 + 1.55	1.25 + 1.3 × 2	1.1 × 2 + 1.05 × 2	31
2.20	1.6 + 1.55	1.3 + 1.35 × 2	1.1 × 4	30
2.25	1.6 + 1.6	1.35 × 3	1.15 × 2 + 1.1 × 2	28
2.30	1.65 + 1.6	1.4 + 1.35 × 2	1.15 × 4	27
2.35	1.7 + 1.65	1.4 × 3	1.2 × 2 + 1.15 × 2	26
2.40	1.7 + 1.7	1.45 + 1.4 × 2	1.2 × 4	25
2.45	1.75 + 1.75	1.45 × 3	1.25 × 2 + 1.2 × 2	24
2.50	1.85 + 1.85	1.45 + 1.5 × 2	1.25 × 4	23